

模具钳工技术问答

HotMold.com 收集整理 欢迎转载

目 录

第一章 模具简介	1
1. 什么叫模具？模具在工业生产中的作用有哪些？	1
2. 根据成型材料、成型工艺和成型设备不同，模具可分为哪几种？	1
3. 什么叫冲压？冲压的三要素是什么？	2
4. 冲压在机械制造中的地位如何？	2
5. 冲压有哪些特点？	2
6. 按照冲压时的温度不同，冲压有哪些常见的方式？	3
7. 常用材料热冲压的温度范围应如何选择？	4
8. 冲压工艺可分为哪两大类？	4
9. 冲压工艺分离工序分几类？	5
10. 冲压工艺成形工序分几类？	5
11. 什么叫冲模？冲模分哪些类型？各有何特点和用途？	7
12. 模具的工作部分零件必须具备哪些性能？	9
13. 冲模的工作部分常用哪些材料？	9
14. 冲模的结构必须满足哪些要求？	9
15. 什么叫塑料模？	10
16. 塑料成型模具分几类？	10
17. 什么叫压铸模？其铸件有何特点？	12
18. 压铸模零件必须具备哪些性能？	12
19. 压铸机分哪几类？	13
20. 压铸模按铸件材料分哪几类？各有何特点及用途？	13
21. 什么叫锻模？	14
22. 锻模必须满足哪些性能要求？	14
23. 我国锻模标准体系将锻模分为哪几类？	15
24. 什么叫粉末冶金模？	15

25. 粉末冶金模的分类、特点及用途有哪些?	15
26. 什么叫橡胶模?	17
27. 橡胶模分哪几类?	17
28. 什么叫玻璃模?	18
29. 玻璃模有哪些种类?	19
30. 什么叫陶瓷模?	19
31. 模具发展的趋势是什么?	19
第二章 模具钳工常用的工具设备	21
1. 模具钳工应具备哪些基本操作技能?	21
2. 怎样合理组织模具钳工的工作位置?	21
3. 模具钳工安全操作技术要求有哪些?	22
4. 钳工工作场地的常用设备有哪些? 各有何作用?	23
5. 钳工常用划线工具及其作用有哪些?	25
6. 錾削常用的工具有哪些?	30
7. 锉刀的种类及其作用有哪些?	31
8. 什么叫锯削? 手锯由哪几部分组成?	33
9. 钻孔常用的钻头有哪些?	34
10. 什么叫扩孔? 扩孔钻有何特点?	36
11. 什么叫铰孔? 常用铰钻有哪几种?	36
12. 什么叫铰孔? 钳工常用的铰刀有哪几种?	40
13. 钳工常用的螺纹加工工具有哪些?	41
14. 什么叫刮削? 钳工刮削常用工具有哪些?	43
15. 什么叫研磨? 钳工常用的研磨工具有哪些?	45
16. 模具钳工常用的电动工具有哪些?	47
17. 模具装配和维修过程中螺纹联接的装拆工具有哪些?	48
18. 模具装配中常用销联接的装拆工具有哪些?	52
19. 模具装配中过盈联接的装配方法及常用工具设备 有哪些?	53
20. 模具装配常用粘接工具有哪些?	55
21. 手工装配模具常用工具有哪些?	56
22. 模具机械装配常用设备有哪些?	57
23. 模具零部件线性尺寸常用测量量具有哪些?	58

24. 模具零部件角度和锥度常用测量量具有哪些?	61
25. 模具制造和检测中常用的样板有哪几种?	65
26. 圆度仪可用于模具零件形位公差哪些项目的检测?	66
27. 模具间隙测量仪有什么作用?	68
28. 刨模机在模具制造加工中有什么作用?	69
29. 模具钳工压印法锉修模具采用的压印设备有哪些?	69
30. 模具零部件制造常用数控铣床有哪几种?	71
31. 常用高速钢模具铣刀有哪几种?	75
32. 模具加工常用硬质合金旋转锉的规格有哪几种?	75
33. 锉刀机对模具加工制造有何作用?	78
34. 模具成形磨削采用的设备有哪些? 举例说明其作用?	78
35. 模具导柱导套常用的研磨设备有哪些?	80
36. 模具零部件制造采用的电加工设备有哪几种?	81
37. 冲压常用压力机有哪几种?	82
第三章 冲裁模	87
1. 影响冲压变形的因素有哪些?	87
2. 什么叫冲裁?	87
3. 冲裁时材料的变形过程经历了哪几个阶段?	87
4. 什么叫冲裁间隙?	88
5. 冲裁间隙选用依据有哪些?	88
6. 冲裁间隙分哪几类?	89
7. 如何选择冲裁间隙比值?	89
8. 非金属材料冲裁间隙比值应如何选择?	89
9. 冲裁间隙的选用方法有哪些?	89
10. 冲裁力应如何确定?	92
11. 波形刃口为什么能降低冲裁力?	92
12. 波形刃口冲裁力应如何计算?	93
13. 为什么阶梯凸模能降低冲裁力?	94
14. 卸料力、推件力和顶件力应如何确定?	94
15. 冲裁合理排样应达到什么目的?	95
16. 条料有搭边排样形式有哪些?	95
17. 条料在什么条件下可采用无搭边排样?	96

18. 条料无搭边排样形式有哪些?	97
19. 板料上的排样应注意哪些事项?	98
20. 冲裁时的搭边值如何确定?	98
21. 冲裁件形状设计原则是什么?	99
22. 冲孔的最小尺寸应如何确定?	99
23. 冲裁件的悬臂和凹槽尺寸应如何确定?	100
24. 冲裁件的孔间距和孔边距尺寸应如何确定?	100
25. 冲裁件长度和直径的极限偏差应如何确定?	100
26. 冲裁件圆弧半径的极限偏差应如何确定?	102
27. 什么叫落料模? 冲制锁垫的落料模结构有何特点?	102
28. 固定卸料式落料模结构有何特点?	103
29. 顺装上出件落料模结构有何特点?	104
30. 什么叫冲孔模? 常用冲孔模有哪几种?	104
31. 冲单孔的冲孔模结构有何特点?	104
32. 印制板冲孔模结构有何特点?	105
33. 矩形件侧壁冲孔模结构有何特点?	105
34. 深孔冲模结构有何特点?	106
35. 深筒形件冲孔模结构有何特点?	107
36. 冲裁复合模结构有何特点?	109
37. 倒装复合模结构有何特点?	109
38. 切边模结构有何特点?	110
39. 切断模结构有何特点?	112
40. 切圆角模结构有何特点?	113
41. 剖切模结构有何特点?	113
42. 复合模壁厚应如何确定?	115
43. 什么叫冲裁级进模?	115
44. 定距侧刃的作用是什么?	115
45. 什么叫导正销定距?	116
46. 压筋、冲孔、落料级进模结构有何特点?	117
47. 冲裁模的设计与压力机有哪些关系?	118
48. 冲裁件的公差等级有哪些?	118
第四章 弯曲模	119

1. 什么叫弯曲?	119
2. 什么叫弯曲模?	119
3. 弯曲件的弯曲半径应如何选择?	119
4. 什么叫最小弯曲半径? 各种材料的最小弯曲半径应 如何选择?	119
5. 影响最小弯曲半径的因素有哪些?	121
6. 弯曲角对最小弯曲半径的影响程度如何?	122
7. 料厚对最小弯曲半径的影响程度如何?	122
8. 弯曲件直边高度应如何确定?	123
9. 对阶梯形毛坯进行局部弯曲时应如何保证质量?	124
10. 有孔毛坯弯曲时应如何保证质量? 其孔边距应 如何确定?	124
11. 什么叫弯曲回弹? 弯曲回弹的表现形式有几种?	125
12. 影响回弹的因素有哪些?	125
13. 弯曲条件主要从哪几方面影响回弹?	126
14. 模具的几何参数从哪几方面对回弹产生影响?	126
15. 08、10 钢作 V 形弯曲时回弹角如何确定?	127
16. 15、20 钢作 V 形弯曲时回弹角如何确定?	128
17. 25、30 钢作 V 形弯曲时回弹角如何确定?	128
18. 35 钢作 V 形弯曲时回弹角如何确定?	129
19. 如何用补偿法修正凸模来减小弯曲回弹?	130
20. 如何用校正法修正凸模来减小弯曲回弹?	130
21. 如何采用带摆动块的凹模结构减小弯曲回弹?	131
22. 如何采用提高工件结构刚性的方法减小弯曲回弹?	132
23. 为什么采用拉弯可以减小弯曲回弹?	133
24. 什么叫弯曲件的中性层? 中性层的曲率半径如何计算?	133
25. 弯曲件展开长度应如何计算? 举例说明。	135
26. 弯曲力应如何计算?	135
27. 校形弯曲的校形力应如何计算?	137
28. 弯曲件长度自由公差如何确定?	137
29. 弯曲件角度自由公差如何确定?	137
30. 弯曲件的工序应如何安排?	138

31. 弯曲凸模圆角半径应如何确定?	139
32. 弯曲凹模圆角半径应如何确定?	139
33. 凹模深度如何确定?	139
34. 毛坯在模具上如何保证准确定位?	140
35. 简易 V 形件弯曲模结构有何特点?	141
36. 通用 V 形件弯曲模结构有何特点?	142
37. L 形件弯曲模结构有何特点?	143
38. U 形件弯曲模结构有何特点?	144
39. 圆杆“□”形件弯曲校正模结构有何特点?	145
40. “└┐”形件弯曲模结构有何特点?	146
41. Z 形件弯曲模结构有何特点?	147
42. 小圆弯曲模结构有何特点?	148
43. 圆管弯曲模结构有何特点?	149
44. 一次成形的弯圆模结构有何特点?	149
45. 搭扣螺旋弯曲模结构有何特点?	151
46. 摇板弯曲模结构有何特点?	152
47. 带滚轮摆动凸模的弯曲模结构有何特点?	152
48. 斜楔机构的作用是什么?	154
49. 弯曲模用斜楔机构结构有何特点?	154
50. 普通斜楔弯曲模结构有何特点?	155
51. 内斜楔弯曲模结构有何特点?	155
52. 外斜楔弯曲模结构有何特点?	156
53. 多工序一次成形弯曲模结构有何特点?	158
第五章 拉深模	159
1. 什么叫拉深? 拉深零件分几类?	159
2. 圆筒形件拉深过程大致可分成哪几个阶段?	160
3. 什么叫拉深模? 拉深模分哪几类?	161
4. 旋转体拉深件分哪几类?	161
5. 无凸缘拉深件的修边余量如何确定?	161
6. 有凸缘拉深件的修边余量如何确定?	162
7. 简单形状拉深件坯料尺寸应如何计算?	163

8. 直壁类拉深件的拉深系数如何计算?	163
9. 无凸缘筒形件拉深次数应如何选择?	163
10. 有凸缘拉深件拉深时如何防止起皱和开裂?	164
11. 浅抛物面形件拉深防皱措施有哪些?	165
12. 深抛物面形件 ($h/d > 0.6$) 拉深方法有几种?	166
13. 无凸缘盒形件的修边余量如何确定?	167
14. 什么叫带料连续拉深?	167
15. 无工艺切口带料连续拉深有何特点?	168
16. 有工艺切口带料连续拉深有何特点?	169
17. 无工艺切口带料连续拉深料宽和进距应如何确定?	169
18. 有工艺切口带料连续拉深料宽和进距应如何确定?	170
19. 变薄拉深有什么特点?	171
20. 变薄拉深坯料尺寸应如何确定?	171
21. 变薄系数如何确定?	171
22. 变薄拉深次数如何确定?	172
23. 复杂曲面拉深件拉深有何特点?	172
24. 复杂曲面零件拉深选择冲压方向的基本原则是什么?	173
25. 复杂曲面零件拉深确定压边面的基本原则是什么?	174
26. 拉深筋和拉深槛的作用是什么?	175
27. 拉深筋的种类及应用形式有哪些?	175
28. 拉深槛的种类及应用形式有哪些?	175
29. 按拉深筋的作用不同, 拉深筋的布置原则是什么?	176
30. 按凹模口几何形状不同, 拉深筋的布置方法有哪些?	177
31. 工艺切口与工艺孔的作用是什么?	178
32. 工艺切口与工艺孔的制法和要求有哪些?	178
33. 复杂曲面零件的拉深件形状设计内容有哪些?	178
34. 拉深件常见的修边形式有哪些?	179
35. 复杂曲面零件的拉深件定位形式有哪些?	180
36. 工艺补充面各部分作用有哪些? 其尺寸如何确定?	180
37. 拉深中是否采用压边圈的条件是什么?	181
38. 常用压边装置有哪些类型?	182
39. 拉深模常见压边圈的形式有哪些?	183

40. 拉深模压边力如何确定?	185
41. 拉深模间隙对拉深有哪些影响?	185
42. 确定拉深模间隙大小及方向的原则是什么?	186
43. 拉深模间隙值大小如何确定?	186
44. 拉深模圆角半径如何确定?	187
45. 拉深模凸模为什么要设计通气孔? 其尺寸大小应 如何确定?	188
46. 第一次拉深工序的模具有哪些类型?	188
47. 后续拉深工序的简单模具有哪些?	188
48. 带弹性压边圈的单工序拉深模结构有何特点?	190
49. 反向带压边圈的拉深模结构有何特点?	191
50. 带导柱的反拉深模结构有何特点?	192
51. 半球形件正反拉深模结构有何特点?	193
52. 落料与正反拉深模结构有何特点?	194
53. 无导柱二次拉深模结构有何特点?	195
54. 移动式凹模拉深模结构有何特点?	196
55. 矩形件落料拉深模结构有何特点?	197
56. 落料拉深冲孔复合模结构有何特点?	199
57. 变薄拉深凸模、凹模尺寸如何确定?	200
58. 变薄拉深模结构有何特点?	201
第六章 成形模	202
1. 什么叫成形? 成形工序有哪些	202
2. 缩口和外凸曲线翻边工艺变形有何特点?	202
3. 翻孔、内凹曲线翻边、起伏、胀形、液压成形工艺 变形有何特点?	202
4. 什么叫缩口? 缩口的变形程度如何表示?	203
5. 缩口力应如何计算?	204
6. 常见冲压缩口法有哪几种?	204
7. 什么叫缩口与扩口联合工艺?	205
8. 空心球缩口成形经过哪些过程?	205
9. 灯罩缩口模结构有何特点?	205
10. 什么叫翻边工艺? 什么叫翻孔工艺?	206

11. 翻孔时预制孔直径和翻孔高度如何确定?	208
12. 翻孔力的大小如何确定?	208
13. 非圆孔翻孔变形有何特点?	208
14. 翻边力如何确定?	209
15. 翻孔模结构有何特点?	209
16. 面板翻边模结构有何特点?	210
17. 什么叫起伏成形工艺?	210
18. 冲压加强筋的压力如何确定?	211
19. 常用加强筋的形式和尺寸有哪些?	211
20. 平板局部冲压凸包时的极限成形高度如何确定?	212
21. 起伏成形的间距和边距如何确定?	212
22. 什么叫胀形工艺?	213
23. 胀形时的变形程度如何表示?	213
24. 胀形方法有哪些?	214
25. 胀形时的胀形力如何计算?	216
26. 常用分式凹模胀形模结构有何特点?	216
27. 什么叫旋压成形? 旋压成形分哪几类?	217
28. 旋压成型的主要特点有哪些?	218
29. 可旋压的材料有哪些? 可旋压的工件形状有何特点?	219
30. 旋压成形可以完成哪些工序? 旋轮的形状及主要尺寸 如何确定?	220
31. 旋压成形技术在航空和宇航工业中得到哪些应用?	221
32. 旋压成形技术在机电工业中得到哪些应用?	222
33. 大型封头零件的旋压工艺有何特点?	222
34. 液压成形及其模具有何特点?	223
35. 什么叫高速成形? 其适用加工工序有哪些?	225
36. 高速成形有哪几种方法? 各有何特点?	225
37. 什么叫爆炸成形? 其工艺有何特点?	226
38. 什么叫电水成形工艺?	227
39. 什么叫电爆成形工艺?	227
40. 什么叫电磁成形工艺?	228
41. 什么叫压印工艺?	229

42. 压印成形时应注意哪些事项?	229
43. 压印力如何选择确定?	230
44. 什么叫校平工艺? 校平工艺有何特点?	230
45. 校平力大小如何选择确定?	231
第七章 特种冲模	232
1. 精密冲裁工序有何特点?	232
2. 精冲时如何防止材料产生撕裂?	232
3. 精冲过程的作用力包括哪些方面?	233
4. 精冲时冲裁力如何确定?	233
5. 精冲时压边力如何确定?	234
6. 精冲时反压力如何确定?	234
7. 精冲时总压力如何确定?	234
8. 精冲时卸料力和顶件力如何确定?	235
9. 精冲件的结构工艺性有何要求?	235
10. 精冲难易程度与圆角半径和料厚有什么关系?	235
11. 精冲难易程度与槽宽、悬臂宽和料厚有什么关系?	236
12. 精冲的难易程度与环宽和料厚有什么关系?	237
13. 精冲难易程度与孔径、孔边距和料厚有什么关系?	238
14. 精冲难易程度与齿轮模数和料厚有什么关系?	239
15. 什么叫精冲复合工艺?	239
16. 半冲孔复合工艺有何特点?	240
17. 半冲孔相对深度如何确定?	240
18. 半冲孔工件精冲有何特点? 举例说明。	241
19. 半冲孔组合件加工工艺有何特点? 举例说明。	242
20. 压扁精冲复合工艺有何特点?	242
21. 弯曲精冲复合工艺有何特点?	244
22. 压沉孔的最大深度如何确定?	244
23. 精冲件质量与哪些因素有关?	245
24. 适于精冲的主要材料有哪些?	246
25. 精冲件排样与搭边应注意哪些事项?	247
26. V形环尺寸如何选择确定?	249
27. 精冲模间隙如何选择确定?	250

28. 精冲凸模和凹模尺寸如何确定?	251
29. 精冲落料模的尺寸如何确定?	252
30. 精冲冲孔模的尺寸如何确定?	252
31. 精冲模结构有哪些特殊要求?	253
32. 在普通压力机上精冲采用的模架驱动方式有哪些?	253
33. 在普通压力机上精冲采用的液压模架和液压精冲模 结构有何特点?	254
34. 精冲模按结构特点分几类?	256
35. 固定凸模式精冲模结构有何特点?	256
36. 活动凸模式精冲模结构有何特点?	257
37. 简易精冲模结构有何特点?	258
38. 精冲压力机工作台结构形式有几种?	259
39. 精冲模按功能分哪几类?	259
40. 什么叫级进模?	261
41. 多工序级进模一般设计顺序是什么?	261
42. 多工序冲裁级进模的结构形式与设计有何特点?	262
43. 仪表游丝支片多工序冲裁级进模结构有何特点?	262
44. 锁扣多工序级进模结构有何特点?	264
45. 多工序冲裁拉深级进模结构有何特点?	265
46. E形硅钢片硬质合金冲裁模结构有何特点?	267
47. 硬质合金拉深模结构有何特点?	267
48. 锌合金冲裁模有何特点?	268
49. 用锌合金可制作哪些类型的冲裁模? 举例说明其结构 特点。	268
50. 锌合金冲裁模凹模结构形式有哪些?	270
51. 锌合金整体式拉深成形模结构有何特点?	270
52. 钢凸模锌合金凹模拉深模结构有何特点?	271
53. 聚氨酯橡胶冲裁模结构有何特点?	272
54. 自行车中接头成形模结构有何特点?	272
55. 钢带冲裁模结构有何特点?	273
56. 木质层压板钢带模结构有何特点?	274
57. 低熔点合金钢带模结构有何特点?	275

58. 半钢模钢带冲模结构有何特点?	276
59. 叠层钢板冲模结构有何特点?	276
60. 低熔点合金模结构有何特点?	277
61. 云母片复合冲裁模结构有何特点?	278
62. 尖刃冲裁模适用于加工哪些材料的零件? 其结构特点 有哪些?	280
第八章 压铸模	282
1. 什么叫压力铸造? 压力铸造的工艺流程是什么?	282
2. 不同类型压铸机的应用范围如何确定?	282
3. 什么叫压射比压? 应如何选择?	283
4. 压射过程中, 作用在金属液上的压力形式及作用 有哪些?	284
5. 压铸时金属液的填充速度如何选择?	284
6. 压铸时浇注温度与压铸型温度如何选择?	284
7. 压铸时常用涂料及适用范围有哪些?	285
8. 什么叫真空压铸法?	286
9. 定向引气充氧压铸的优点是什么?	287
10. 双冲头压铸有何特点?	287
11. 半固态压铸工艺有何特点?	287
12. 什么叫挤压铸造?	288
13. 挤压铸造分类、特点及应用范围有哪些?	288
14. 挤压铸造冲头挤压时的最低压力值如何确定?	288
15. 挤压铸件每毫米壁厚所需保压时间如何确定?	290
16. 挤压铸造合金液的浇注温度如何确定?	290
17. 挤压铸型的预热温度和工作温度如何确定?	291
18. 压铸模与压铸机有哪些对应关系?	291
19. 锁模力如何计算?	292
20. 压铸机压室容量应如何进行计算?	292
21. 模具合模及开模距离应如何校核?	293
22. 什么叫压铸模分型面?	295
23. 压铸模分型面的类型有哪些?	296
24. 分型面对压铸工艺产生哪些影响?	296

25. 分型面选择要点有哪些?	297
26. 什么叫浇注系统? 其作用是什么?	299
27. 浇注系统由哪几部分组成? 各类压铸机通常采用的浇注 系统形式有哪些?	299
28. 常见浇注系统的形式及特点有哪些?	300
29. 各类压铸机用模具的直浇道设计形式有哪些?	302
30. 常见的横浇道形式有哪些?	303
31. 横浇道的截面形状有何特点?	304
32. 内浇道应如何进行设计?	304
33. 卧式压铸机采用中心浇口的结构有何特点?	306
34. 溢流槽和排气槽的作用是什么?	307
35. 溢流槽的形式如何选择确定?	308
36. 溢流槽的尺寸如何选择确定?	309
37. 溢流槽的位置应如何设置?	310
38. 排气槽应如何设计?	310
39. 压铸模成形零件结构形式有哪些?	312
40. 压铸模动、定模套板结构形式有何特点?	313
41. 支承板的加强形式有几种?	314
42. 复位机构的作用是什么? 什么情况下合模前推出机构 需先复位?	315
43. 热压室压铸机用压铸模结构有何特点?	315
44. 热压室压铸机用压铸模压铸过程有何特点?	316
45. 卧式冷压室压铸机用压铸模结构有何特点?	317
46. 卧式冷压室压铸机用压铸模压铸过程有何特点?	318
47. 立式冷压室压铸机用压铸模结构有何特点?	318
48. 立式冷压室压铸机用压铸模压铸过程有何特点?	319
49. 全立式压铸机用压铸模结构有何特点?	320
50. 全立式冷压室压铸机用压铸模压铸过程有何特点?	321
51. 模具使用时为什么要预热?	322
52. 模具冷却方法有哪些?	323
第九章 锻模	324
1. 什么叫模锻? 常用的模锻方法有哪些?	324

2. 锤模锻的模具有何特点?	324
3. 锤上模锻的模膛名称及作用有哪些?	325
4. 锤上模锻件常见类型及特点有哪些?	327
5. 锻压机模锻用模具结构有何特点?	330
6. 螺旋压力机模锻件分哪几类?	331
7. 螺旋压力机用顶锻模结构有何特点?	333
8. 螺旋压力机杯盘类锻件无飞边模结构有何特点?	333
9. 螺旋压力机剖分凹模结构有何特点?	334
10. 平锻件分哪几类? 各有何工艺特点?	334
11. 半轴平锻模具结构有何特点?	335
12. 平锻件的分模面如何选择?	336
13. 深孔厚壁锻件模具结构有何特点?	337
14. 什么叫精密模锻? 其工艺有何特点?	337
15. 齿轮精锻模结构有何特点?	339
16. 高速锤模具结构有何特点?	339
17. 什么叫多向模锻?	341
18. 阀体类锻件多向模锻成形方式有几种?	342
19. 叉类锻件锻造模具结构有何特点?	343
20. 大型柴油机曲轴弯曲锻模结构有何特点?	344
21. 超塑性模锻模具结构有何特点?	344
22. 什么叫液态模锻? 其工艺有何特点?	345
23. 液态模锻铝合金活塞模具结构有何特点?	346
24. 锻模设计程序是什么?	347
25. 锤锻模结构形式有何特点?	347
26. 锤锻模终锻模膛设计应考虑哪些方面?	349
27. 飞边槽的形式及用途有哪些? 飞边槽尺寸如何确定?	349
28. 预锻模膛的作用是什么?	352
29. 枝芽状锻件的预锻模膛有何特点?	352
30. 预锻模膛上劈料台的作用是什么?	353
31. 工字形截面预锻模膛有何特点?	354
32. 预锻模膛应如何加大倾斜分模面间隙?	354
33. 拔长模膛的形式及结构有哪些?	355

34. 滚压模膛的形式及结构有哪些? 355
35. 弯曲模膛的形式及结构有哪些? 355
36. 卡压模膛的作用是什么? 成形模膛的作用是什么? 355
37. 镦粗台的形状和尺寸如何确定? 355
38. 压扁台的尺寸如何确定? 355
39. 切断模膛所用的切刀分几类? 365
40. 锤锻模模膛布排原则是什么? 367
41. 锁扣形式及特点有哪些? 368
42. 锁扣的尺寸如何选择确定? 368
43. 模膛最小壁厚和最小模块高度如何选择? 373
44. 模块尺寸的确定应注意哪些问题? 373
45. 锻模镶块有几种? 其尺寸如何确定? 374
46. 矩形镶块定位方法有几种? 376
47. 什么叫机械压力机锻模? 其锻模结构形式有何特点? 377
48. 机械压力机锻模终锻模膛形式及飞边槽尺寸
如何选择? 377
49. 机械压力机锻模预锻模膛形状有何特点? 379
50. 模座的作用是什么? 379
51. 导柱与导套结构形式有几种? 379
52. 锻模顶出装置常见形式有哪几种? 380
53. 顶出器如何配置? 381
54. 锻模镶块结构形式有几种? 381
55. 机械压力机锻模闭合高度如何确定? 382
56. 什么叫螺旋压力机锻模? 其结构形式常见的有几种? 383
57. 螺旋压力机锻模模膛设计有哪些要求? 384
58. 螺旋压力机锻模飞边槽形式及尺寸如何确定? 385
59. 什么叫平锻模? 其结构形式有何特点? 386
60. 平锻模凸模夹持器结构有何特点? 386
61. 平锻模挡板结构及作用有哪些? 387
62. 什么叫切边、冲孔模? 其结构形式有何特点? 388
63. 切边、冲孔凸凹模间隙如何选择确定? 388
64. 切边模飞边卸料器常用结构有何特点? 389

65. 切边和冲孔凹模尺寸如何确定?	390
第十章 粉末冶金模	392
1. 成型模设计前需考虑哪些方面?	392
2. 成型模压制方向的选择应考虑哪些方面?	392
3. 成型模补偿装粉结构形式应如何选择?	393
4. 成型模基本结构方案应如何确定?	393
5. 如何计算成型模装粉高度与凹模壁厚?	393
6. 成型模中凹模与模板或模座的联接形式有哪些?	396
7. 成型模模冲的联接形式有哪些?	397
8. 成型模芯棒与压机下缸的联接形式有哪些?	398
9. 成型模导柱与模板的联接形式有哪些?	399
10. 成型模为什么进行浮动结构设计? 常用浮动力有 哪些?	399
11. 成型模弹簧浮动结构形式有何特点?	399
12. 成型模气压浮动结构形式有何特点?	400
13. 套类件成型的单向压制模结构有何特点?	401
14. 套类件成型的浮动压制模结构有何特点?	402
15. 压制带外台阶件的下移式压模结构有何特点?	403
16. 整形的目的的是什么?	403
17. 整形模常用的整形方式有哪些?	403
18. 整形模结构基本形式有哪些?	403
19. 轴套全整形模结构有何特点?	408
20. 压模工作零件径向尺寸如何计算?	409
21. 压模工作零件轴向尺寸如何计算?	410
22. 铁、铜基粉末的松装密度如何选择?	410
23. 铁、铜基坯件的回弹率如何确定?	410
24. 铁、铜基合金坯件的烧结收缩率如何确定?	411
25. 铁、铜基合金坯件整形余量及整形回弹量如何确定?	412
26. 成型模凹模工作孔设计形式有哪些?	413
27. 成型模凹模轴向组合结构形式有哪些?	413
28. 成型模凹模镶拼结构形式有哪些?	414
29. 成型模芯棒结构形式有哪些?	414

30. 成型模模冲结构形式有哪些?	415
31. 整形凹模工作孔设计形式有哪些?	415
32. 整形芯棒结构形式有哪些?	416
33. 什么叫粉末锻造?	417
34. 粉末锻造工艺有何特点?	417
35. 粉末锻造工艺过程有哪些要求?	417
36. 适合粉末锻造的典型汽车零件有哪些?	418
37. 粉末锻造模具设计要点有哪些?	419
第十一章 塑料模	420
1. 按加料腔的形式不同, 压缩模可分几类?	420
2. 按模具的安装方式不同, 压缩模可分几类?	421
3. 移动式压缩模结构有何特点?	421
4. 半固定式压缩模结构有何特点?	422
5. 固定式压缩模结构有何特点?	423
6. 压缩模加料腔形式有哪些?	424
7. 加料腔设计要点有哪些?	424
8. 加料腔的高度尺寸如何计算?	425
9. 压缩模型腔壁厚如何确定?	426
10. 压缩模常用分型面形式有哪些?	428
11. 压缩模螺纹型芯、嵌件杆的形式及安装方法有哪些?	429
12. 螺纹型环与螺杆嵌件的安装方法有哪些?	430
13. 压缩成型压力如何计算? 压机压力如何选择?	431
14. 脱模力的大小如何计算?	431
15. 压缩模的凸、凹模的组成形状及尺寸如何确定?	431
16. 压缩模导柱与导套设计有何特点?	432
17. 压缩模顶出机构有哪几种形式?	433
18. 推杆形式及固定方法有哪些?	436
19. 压缩模常用复位杆的形式有哪些?	437
20. 压缩模尾轴结构及连接形式有哪些?	438
21. 压缩模常用的抽芯机构的形式有哪些?	438
22. 压缩模采用的移动式通用模架结构有何特点?	441
23. 压缩模固定式模具的通用模架结构有何特点?	443

24. 活动镶块式压缩模结构有何特点? 444
25. 弯销侧面抽芯压缩模结构有何特点? 444
26. 什么叫传递模? 445
27. 传递模加料腔与柱塞的配合要求有哪些? 445
28. 传递模加料腔的结构及定位方式有哪些? 446
29. 传递模常用柱塞结构有哪些? 447
30. 传递模常见主流道形式有哪些? 449
31. 分流道的布置形式有哪些? 其截面尺寸如何确定? 450
32. 传递模浇口布置形式有哪些? 452
33. 常用浇口形式有哪些? 454
34. 传递模常用浇口尺寸如何确定? 455
35. 传递模溢料槽与排气槽尺寸如何确定? 457
36. 移动式传递模的结构有何特点? 458
37. 固定式传递模的结构有何特点? 458
38. 使用专用压力机的固定式传递模结构有何特点? 459
39. 使用下压式压力机的固定式罐形传递模结构有何特点? 460
40. 活板式传递模结构有何特点? 460
41. 带垂直分型面直接浇口的传递模结构有何特点? 461
42. 带有两个水平分型面的传递模结构有何特点? 461
43. 下顶出带脱模机构的传递模结构有何特点? 462
44. 带多种滑块侧抽芯的传递模结构有何特点? 462
45. 手动侧抽芯的传递模结构有何特点? 463
46. 斜导柱侧抽芯外装卸的传递模结构有何特点? 464
47. 移动式封装传递模结构有何特点? 464
48. 塑料注射模分哪几类? 464
49. 注射模由哪几部分组成? 465
50. 热塑性塑料注射模设计步骤及要求有哪些? 466
51. 热塑性塑料注射机额定注射量和额定锁模力如何计算? 466
52. 模具厚度与注射机有怎样的对应关系? 467
53. 开模行程与模具关系如何核算? 467

54. 热塑性塑件分型面选择确定注意事项有哪些? 举例说明。	468
55. 浇注系统由哪几部分组成? 确定浇注系统的注意事项 有哪些?	472
56. 热塑性塑料注射模主流道尺寸如何确定?	473
57. 注射模分流道截面形状有几种? 各有何特点?	473
58. 注射模常用浇口形式有哪些?	474
59. 注射模浇注系统型腔配置形式有哪些?	475
60. 注射模浇口位置的确定要考虑哪些方面的因素?	476
61. 注射模成型零件尺寸如何计算确定?	476
62. 常用塑料收缩率如何选择?	478
63. 注射模常用导柱。导套形式有哪些?	478
64. 注射模定位圈和浇口套的作用和形式有哪些?	479
65. 注射模常用顶出机构有哪些?	479
66. 注射模凹割脱模机构有哪些形式?	483
67. 注射模分流道凝料的推出脱模形式有哪些?	484
68. 注射模斜销抽芯结构形式有何特点?	484
69. 注射模螺纹脱模机构及其驱动方式有哪些?	486
70. 注射模复位机构结构形式有哪些?	487
71. 热塑性塑料注射模基本结构形式有何特点?	488
72. 热塑性塑料侧浇口注射模结构有何特点?	489
73. 两个分型面的注射模结构有何特点?	491
74. 三个分型面的注射模结构有何特点?	492
75. 垂直分型面的注射模结构有何特点?	492
76. 热固性塑料注射模锁模力应如何计算?	493
77. 热固性塑料注射模浇注系统设计有哪些要求?	493
78. 热固性塑料注射模拉料杆与拉料穴形式有哪些?	494
79. 热固性塑料注射模嵌件杆形式有哪些?	497
80. 热固性塑料注射模基本结构形式有何特点?	498
81. 对热固性塑料注射模的顶出机构有哪些特殊要求?	498
82. 无流道塑料模具分哪几种?	499
83. 无流道塑料模具有哪些特点?	499

84. 常见塑料对无流道塑料模具的适应程度如何?	499
85. 井式喷嘴模具结构形式有何特点?	500
86. 井式喷嘴浇口套蓄料井部分尺寸如何确定?	500
87. 延长喷嘴在模具中设置形式有何特点?	501
88. 绝热流道模具有何特点?	503
89. 绝热流道模具的设计应注意哪些事项?	503
90. 外加热式热流道模具结构有何特点?	504
91. 内加热式的流道板结构有何特点?	504
92. 热流道模具结构设计时应注意哪些问题?	504
93. 各种塑料的成型温度与模具温度应如何选择?	506
94. 热塑性塑料模具冷却通道的形式有哪些?	507
95. 热流道模具的流道板加热功率如何确定?	507
96. 热固性塑料成型的模具温度如何确定?	509
97. 低发泡注射成型模结构有何特点?	509
98. 不完全注入法成型的塑料模具结构有何特点?	511
99. 完全注入法成型的塑料模具结构有何特点?	511
100. 中空吹塑模具结构有何特点?	511
第十二章 模具常用材料及热处理	513
1. 什么叫金属的力学性能? 它包括哪些内容?	513
2. 什么叫热处理工艺? 其目的是什么?	513
3. 热处理工艺分类形式及代号有哪些?	513
4. 热处理在机械制造中的地位如何? 其主要作用是什么?	514
5. 什么叫预备热处理? 什么叫最终热处理? 热处理通常安排在机械制造过程中的什么位置?	515
6. 材料的热处理工艺性能包括哪些方面? 设计时应注意哪些问题?	517
7. 热处理工艺的优化设计包括哪些程序?	518
8. 热处理表面强化技术有哪些?	519
9. 热处理技术生产管理系统的的发展方向是什么?	519
10. 常用碳素工具钢有哪些适合于制造模具?	519
11. 常用低合金工具钢有哪些牌号适合于制造模具?	520

12. 常用合金模具钢牌号有哪些? 520
13. 常用工具钢退火工艺规范有哪些? 522
14. 常用工具钢正火工艺规范有哪些? 522
15. 常用工模具钢的淬火加热温度如何选择? 523
16. 常用工模具钢在不同介质中淬火时加热时间如何
确定? 524
17. 模具钢化学热处理常用渗入元素及作用有哪些? 526
18. 汽车某些零件渗碳淬火技术要求有哪些? 529
19. 模具钢常用渗氮钢种有哪些牌号? 渗氮后主要性能有哪些?
适合于哪些模具? 529
20. 高精度冷作模具钢氮碳共渗主要参数是多少?
强化效果如何? 529
21. 常用模具钢锻造工艺及锻后冷却方式有哪些? 530
22. 模具毛坯锻后退火工艺有何特点? 530
23. 常用的冷作模具钢材应如何选择? 532
24. 研制和应用新型模具钢有哪些? 其使用效果如何? 537
25. 模具表面强化处理工艺方法有哪些? 539
26. 冷作模具钢的基本特性对热处理变形倾向有哪些影响? 540
27. 冷作模具热处理常见缺陷产生原因及防止方法有
哪些? 541
28. 冲模工作零件用料及热处理要求有哪些? 543
29. 常用冷挤压模具材料及热处理要求有哪些? 545
30. 冲模一般零件材料及热处理要求有哪些? 545
31. 冲模零件表面粗糙度要求各有什么不同? 546
32. 冲模主要材料的许用应力如何确定? 547
33. 压铸模工作零件的材料选用及热处理要求有哪些? 548
34. 锻模模块用钢有哪些? 549
35. 锻模模块的热处理硬度如何确定? 550
36. 粉末冶金模工作零件材料热处理及技术要求有哪些? 550
37. 塑料模工作零件的材料选用与热处理要求有哪些? 551
38. 模具采用新的热处理工艺有哪些? 553
39. 模压成形工艺如何根据成形材料选用模具材料? 554

40. 常用爆炸成形模具材料及适用范围有哪些?	554
第十三章 模具的制造	556
1. 模具通常由哪几部分组成?	556
2. 模具工作条件及主要技术要求有哪些?	556
3. 模具工作部分的作用是什么? 一般由哪几部分组成?	557
4. 模具工作部分加工有何特点?	557
5. 模具制造大致过程有哪些? 采用的主要加工设备有 哪些?	559
6. 模具制造工艺分哪几类? 通过铸造制备毛坯的模具 零件大致有几类?	560
7. 模具型面加工工艺有何特点? 常见的加工工艺流程 有哪些?	560
8. 冲模的基本结构有何特点?	561
9. 组成冲模的典型零件有哪些?	562
10. 冲裁模设计前应做好哪些准备?	563
11. 冲裁模的设计要素包括哪些方面?	564
12. 模具毛坯的选择和要求有哪些?	565
13. 冲模制造工艺规程的制定及其步骤有哪些?	565
14. 冲模的生产流程包括哪些内容?	567
15. 冲裁凹、凸模如何根据生产设备选择配合加工顺序?	567
16. 模具制造如何根据公差等级要求选择加工方法?	569
17. 模具制造如何根据表面粗糙度的不同要求选择 加工方法?	570
18. 如何用专用镗孔工具加工模座?	572
19. 用立式双轴镗床的模座镗孔工艺过程有何特点?	574
20. 下模座锥孔常用加工工艺方法有哪些?	575
21. 模具导柱和导套一般可采取哪些加工工艺方法?	576
22. 钢球保持圈如何加工制造?	577
23. 凸模的钳工锉修加工工艺有何特点?	578
24. 凹模的钳工锉修加工工艺有何特点?	580
25. 在仿形车床上加工模具有何特点?	582
26. 如何利用牛头刨床和插床加工模具零件的型面?	583

27. 用仿形刨床加工凸模的加工工艺有何特点? 584
28. 如何利用仿形刨床加工磁极冲片凸凹模? 586
29. 如何利用坐标镗床加工模具孔系? 589
30. 如何利用铣床加工模具? 590
31. 成形磨削工艺有何特点? 适合于哪些模具的加工? 592
32. 成形磨削加工模具零件型面典型工艺有哪些? 594
33. 如何采用仿形磨削工艺加工凹模拼块? 599
34. 仿形磨削加工模具有哪些工艺方法? 600
35. 用分度夹具磨削的典型模具形状有哪些? 601
36. 用回转夹具成形磨削带台阶工艺冲头的加工工艺
有何特点? 602
37. 用万能夹具的成形磨削工艺有何特点? 604
38. 坐标磨削基本工艺方法有哪些? 608
39. 采用坐标磨削法的模具制造工艺过程有何特点? 612
40. 冲击磨加工工艺有何特点? 614
41. 电火花加工工艺有何特点? 它适合于哪些模具的加工? ... 615
42. 电火花加工用的工具电极材料有哪些? 各有何特点? 617
43. 电火花加工用的工具电极设计及制造要求有哪些?
其制造工艺过程如何? 618
44. 电火花加工凹模有何特点? 620
45. 电火花线切割加工工艺有何特点? 612
46. 电火花线切割加工工件常用装夹方法有哪些? 622
47. 电火花线切割加工的模具有何特点? 624
48. 如何在普通线切割机床上加工带斜度的凹模? 624
49. 精密冲模凸模、凹模加工工艺有何特点? 625
50. 锤锻模模膛加工方法有哪些? 627
51. 连杆锻模制造工艺有何特点? 629
52. 凸模、凹模三维曲面的加工工艺有何特点?
试举例加以说明。 630
53. 低熔点合金模具制造工艺有何特点? 634
54. 锌合金模具制造工艺有何特点? 试举例加以说明。 637
55. 陶瓷型铸造工艺有何特点? 640

56. 硬质合金模具制造工艺有何特点?	641
57. 钢结硬质合金模具制造工艺有何特点? 试举例加以说明。	642
58. 什么叫模具 CAD/CAM 一体化技术?	643
第十四章 模具的装配	646
1. 冲裁模装配过程及步骤有哪些?	646
2. 冲裁模的装配要点有哪些?	648
3. 常见冲模凸模形式有哪些?	649
4. 常见冲模凸模固定形式有哪些?	650
5. 凸模的机械固定方法有哪些?	652
6. 凹模机械固定方法有哪些?	655
7. 凸模与凹模的物理固定方法有哪些?	655
8. 凸、凹模化学固定方法有哪些?	657
9. 硬质合金块的固定方法有哪些?	660
10. 镶拼式结构的凸、凹模的固定方法有哪些? 各适用于哪些场合?	662
11. 模具常见卸料板结构形式及安装方法有哪些? 各有何特点?	665
12. 卸料板弹簧的安装方法有哪些?	666
13. 冷冲模装配时零件的固定方法有哪些?	667
14. 冲裁模凸模与固定板的装配工艺有何要求? 举例说明。	669
15. 先压导柱、后压导套的压入式模座装配工艺 有何特点?	671
16. 先压导套、后压导柱的压入式模座装配工艺 有何特点?	674
17. 导柱可卸式粘接模座的装配工艺有何特点?	675
18. 导柱不可卸式粘接模座的装配工艺有何特点?	677
19. 滚动式模座装置结构有何特点?	677
20. 导柱在下模座上的配置形式有哪些? 各适合什么场合?	684
21. 常用模柄的主要形式及联接方式有哪些?	686

22. 冲裁模弹压卸料板的装配工艺有何特点? 举例说明。 ……	687
23. 冲孔模的装配工艺过程有何特点? 举例说明。 ……	689
24. 单工序落料模装配工艺有何特点? 举例说明。 ……	691
25. 单工序弯曲模装配工艺有何特点? 举例说明。 ……	692
26. 落料冲孔复合模装配工艺顺序如何? 举例说明。 ……	693
27. 落料拉深复合模装配工艺顺序如何? 举例说明。 ……	695
28. 多工序级进模装配工艺有何特点? 举例说明。 ……	696
29. 高精度复杂复合冲模装配工艺有何特点? 举例说明。 ……	698
30. 塑料压缩模常用凸模结构及固定形式有哪些? 各有何特点? ……	701
31. 塑料压缩模常用凹模结构及组合形式有哪些? 各有何特点? ……	702
32. 塑料注射模如何在注射机上定位和安装? ……	704
33. 注塑模(或压铸模)装配要点有哪些? ……	707
34. 在压力机上如何安装和调整模具? ……	709
第十五章 模具的检测和维修 ……	712
1. 模具零件加工精度检测内容有哪些? ……	712
2. 模具零件内在质量的检测包括哪些内容? ……	712
3. 塑料注射模模具结构精度如何检测? ……	713
4. 塑料注射模一般尺寸偏差应如何选择? ……	714
5. 冲模零件的主要技术要求有哪些? ……	715
6. 模具零件的线性尺寸应如何检测? 通常采用哪些量具? ……	717
7. 模具零件的角度和锥度应如何测量? 常用量具有哪些? ……	717
8. 样板分哪些种类? 各有什么作用? ……	718
9. 样板的使用方法有哪些? ……	719
10. 用样板检测模具零件的特点有哪些? ……	719
11. 样板在模具制造和检测中得到哪些方面的应用? ……	720
12. 使用样板检测模具的注意事项有哪些? ……	720
13. 模具成形零件型面检测方法有哪些? 采用哪些量具(或量仪)? ……	720
14. 模具零件形位公差检测项目及检测方法有哪些? 采用哪些量具(或量仪)? ……	721

15. 冲模模架的技术要求及检测项目有哪些? 724
16. 模架检测规定的方法有哪些? 727
17. 冲模装配前的检测内容有哪些? 728
18. 冲模装配完成后的检测内容及要求有哪些? 729
19. 冲裁模凸、凹模间隙的调整方法有哪些? 730
20. 合格的冲模应达到哪些要求? 冲裁模的调整内容包括
哪些方面? 732
21. 冲裁模的刃磨方法及注意事项有哪些? 733
22. 冲裁凸、凹模间隙对冲裁工作有哪些影响? 734
23. 冲裁模刃口缺陷及解决和调整方法有哪些? 735
24. 冲裁凸模高度调整结构有何特点? 736
25. 弯曲模间隙调整装置有何特点? 737
26. 什么叫试模? 试模和调整时应注意哪些事项? 737
27. 造成冲裁模修理的主要原因有哪些? 739
28. 冲裁模的检修原则和步骤有哪些? 740
29. 冲模临时修理的主要内容包括哪些方面? 741
30. 冲裁模常用修理工艺方法有哪些? 742
31. 锻模的检修工艺有哪些? 744
32. 如何根据冲裁件质量分析对冲裁模进行修整? 745
33. 如何根据弯曲件质量分析对弯曲模进行修整? 746
34. 如何根据拉深件质量分析对拉深模进行修整? 749
35. 如何根据翻孔质量分析对翻孔模进行修整? 751
36. 如何根据翻边质量分析对翻边模进行修整? 752
37. 如何根据冲件质量分析对多工序级进模进行修整? 753
38. 什么叫模具失效? 模具失效分哪几类? 753
39. 什么叫模具寿命? 影响模具寿命的主要因素有哪些? 754
40. 冷作模具失效的主要形式有哪些? 755
41. 热作模具失效的主要形式有哪些? 756
42. 提高模具制造质量的措施有哪些? 756
43. 如何做到合理使用和正确维护模具? 757

第一章 模具简介

1. 什么叫模具？模具在工业生产中的作用有哪些？

答：模具是成形金属、塑料、橡胶、玻璃、陶瓷等制件的基础工艺装备。许多制件必须用模具才能成形。

模具常利用材料的流动、变形获得所需形状和尺寸的制件，因此可实现少切屑、无切屑加工，节约了原材料。

模具是一种高效率的工艺装备，用模具进行各种材料的成形，可实现高速度的大量生产，并能在大量生产条件下稳定地保证制件的质量。因此，在现代工业生产中，模具的应用日益广泛，模具工业的水平和发展状况已被认为是衡量一个国家工业水平的重要标志之一。

2. 根据成型材料、成型工艺和成型设备的不同，模具可分为哪几种？

答：根据成型材料、成型工艺和成型设备的不同，模具一般可分为如下几种类型：

- 1) 冲模。
- 2) 塑料模。
- 3) 压铸模。
- 4) 锻模。
- 5) 粉末冶金模。
- 6) 橡胶模。
- 7) 玻璃模。
- 8) 陶瓷模。

3. 什么叫冲压？冲压的三要素是什么？

答：冲压是一种金属塑性加工方法，其坯料主要是板材、带材、管材及其他型材，利用冲压设备通过模具的作用，使之获得所需要的零件形状和尺寸。

材料、模具和设备是冲压的三要素。

冲压加工要求被加工材料具有较高的塑性和韧性，较低的屈强比和时效敏感性，一般要求碳素钢伸长率 $\delta \geq 16\%$ 、屈强比 $\sigma_s/\sigma_b \leq 70\%$ ；低合金高强度钢 $\delta \geq 14\%$ 、 $\sigma_s/\sigma_b \leq 80\%$ 。否则，冲压成形性能较差，工艺上必须采取一定的措施，从而提高了零件的制造成本。

模具是冲压加工的主要工艺装备。冲压件的表面质量、尺寸公差、生产率以及经济效益等与模具结构关系很大。冲压模具按照冲压工序的组合方式分为：单工序的简单模、多工序的级进模和复合模。

冲压设备主要有机械压力机和液压机。在大批量生产中，应尽量选用高速压力机或多工位自动压力机；在小批量生产中，尤其是大型厚板冲压件的生产中，多采用冲压机。

4. 冲压在机械制造中的地位如何？

答：冲压既能够制造尺寸很小的零件，如仪器、仪表零件等，又能够制造诸如汽车大梁、压力容器封头一类的大型零件；既能够制造一般尺寸公差和形状简单的零件，又能够制造精密（公差在微米级）和复杂形状的零件。占全世界钢产量 60% ~ 70% 的是板材、管材及其他型材，其中大部分经过冲压制成成品。冲压在汽车、机械、家用电器、电机、仪表、航空、航天、兵器等制造中，具有十分重要的地位。

5. 冲压有哪些特点

答：冲压件的重量轻、厚度薄、刚度好。它的尺寸公差

是由模具保证的，所以质量稳定，一般不需再经机械切削即可使用。冷冲压件的金属组织与力学性能优于原始坯料，表面光滑美观。冷冲压件的公差等级和表面状态优于热冲压件。

大批量的中、小型零件冲压生产一般是采用复合模或多工位的级进模。以现代高速多工位压力机为中心，配置带料开卷、矫正、成品收集、输送以及模具库和快速换模装置，并利用计算机程序控制，可组成生产率极高的全自动生产线。采用新型模具材料和各种表面处理技术，改进模具结构，可得到高精度、高寿命的冲压模具，从而提高了冲压件的质量和降低了冲压件的制造成本。

总之，冲压具有生产率高、加工成本低、材料利用率高、操作简单、便于实现机械化与自动化等一系列优点。采用冲压与焊接、胶接等复合工艺，使零件结构更趋合理，加工更为方便，可以用较简单的工艺制造出更复杂的结构件。

6. 按照冲压时的温度不同，冲压有哪些常见的方式？

答：按照冲压时的温度情况不同，有冷冲压和热冲压两种方式。这取决于材料的强度、塑性、厚度、变形程度以及设备能力等，同时应考虑材料的原始热处理状态和最终使用条件。

(1) 冷冲压 金属在常温下的冲压加工，一般适用于厚度小于4mm的坯料。优点是不需加热，无氧化皮，表面质量好，操作方便，费用较低。缺点是有加工硬化现象，严重时使金属失去进一步变形的能力。冷冲压要求坯料的厚度均匀且波动范围小，表面光洁、无斑、无划伤等。

(2) 热冲压 将金属加热到一定的温度范围的冲压加工方法。优点是可消除内应力，避免加工硬化，增加材料的塑

性，降低变形抗力，减少设备的动力消耗。

7. 常用材料热冲压的温度范围应如何选择？

答：常用材料热冲压的温度范围可参照表 1-1 选择。

表 1-1 常用材料热冲压的温度范围

材 料 牌 号	热冲压温度 /℃	
	加热	终止 ≥
Q235-A, 15, 20, 20g, 22g	900~1050	700
Q345, Q390, Q42	950~1050	750
18MnMoNb, 18MnMoNbRE	900~1000	750
Cr5Mo, 12CrMo, 15CrMo		
14MnMoVBRE, 12MnCrNiMoVCu	1050~1100	850
14MnMoNbB	1000~1100	750
0Cr13, 1Cr13	1000~1100	850
1Cr18Ni9Ti, 12Cr1MoV	950~1100	850
黄铜 H62, H68	600~700	400
铝及其合金 1060, SA02, 3A21	350~400	250
钛	420~560	350
钛合金	600~840	500

8. 冲压工艺可分为哪两大类？

答：冲压工艺分为分离工序和成形工序两大类：

1) 分离工序是在冲压过程中使冲压件与坯料沿一定的轮廓线相互分离，同时冲压件分离断面的质量也要满足一定的要求。

2) 成形工序是使冲压坯料在不分离的条件下发生塑性变形，并转化成所要求的成品形状，同时也应满足尺寸公差等方面的要求。

9. 冲压工艺分离工序分几类?

答: 冲压工艺分离工序分类见表 1-2。




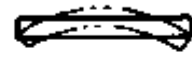
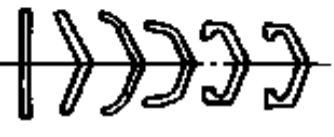
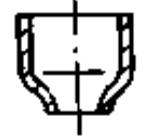

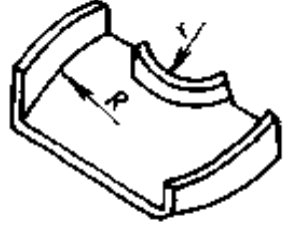

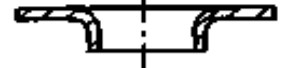
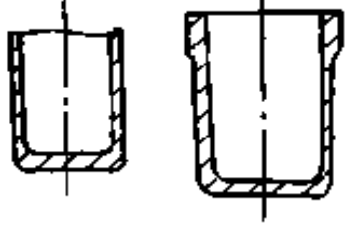

表 1-2 分离工序分类

工序名称	简图	特点及常用范围	工序名称	简图	特点及常用范围
切断		用剪刀或冲模切断板材, 切断线不封闭	切口		在坯料上沿不封闭线冲出缺口, 切口部分发生弯曲, 如通风板
落料		用冲模沿封闭线冲切板材, 冲下来的部分为工件	切边		将工件的边缘部分切掉
冲孔		用冲模沿封闭线冲切板材, 冲下来的部分为废料	剖切		把半成品切成两个或几个工件, 常用于成双冲压

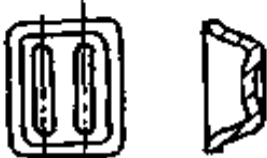
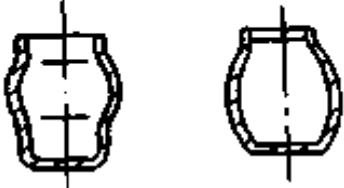

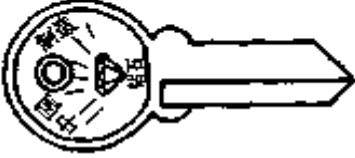
10. 冲压工艺成形工序分几类?

答: 冲压工艺成形工序分类见表 1-3。

表 1-3 成形工序分类

工序名称	简图	特点及常用范围	工序名称	简图	特点及常用范围
压弯		把坯成的弯定形状 料一形	整形		把形不太准确的工件校正成如小 r 状工件, 获得的等
卷板		板行三曲, 曲状的 对连续弯成形成零件 料连续制面不零		校平	
滚弯		过列把卷弯杂 通系辊板滚复形状 一轧平料成形	缩口		
拉弯		拉弯同下弯形精好件 在与共用现变得较零 力矩作实曲可度的		翻边	
拉深		半坯成工壁本 把形制心、基变 板料空件厚不	翻孔		
变薄拉深		空件成比为工 把工深壁部的 心拉侧底薄件		扩口	

(续)

工序名称	简图	特点及常用范围	工序名称	简图	特点及常用范围
起伏成形		把工件上压出筋条, 或花纹, 起伏的厚度在处个上都变形	胀形成形		使工件的一部分凸起, 呈凸肚形
		把空的中心边卷成一定形状		压印	

11. 什么叫冲模? 冲模分哪些类型? 各有何特点和用途?

答: 冲模是将金属板料或型材作冲压加工的模具。也可以用来冲压一些非金属材料。

冲模的分类、特点及用途见表 1-4。

表 1-4 冲模的分类、特点与用途

分 类	特 点 与 用 途
根据工序的复合性 (1) 单工序模 (2) 复合模 (3) 级进模	单工序模只完成一个工序 复合模是在压力机一次行程中, 在同一工位上完成两道或更多工序的冲模 级进模是具有两个或更多工位的冲模, 材料随压力机行程逐次送进一工位, 从而使冲件逐步成形

(续)

分 类	特 点 与 用 途
根据工序性质 (1) 冲裁模 (2) 弯曲模 (3) 拉深模 (4) 成形模 (5) 冷挤模	冲裁模使部分材料或工序件与另一部分材料、工(序)件或废料分离 弯曲模使材料产生塑性变形,从而被弯成有一定曲率、一定角度的形状 拉深模把坯料或工序件变为空心件,或者把空心件进一步改变形状和尺寸 成形模用以将材料变形,使工序件形成局部凹陷或凸起 冷挤模使材料在三向压应力下塑性变形挤出所需尺寸、形状及性能的零件
按照导向装置 (1) 无导向装置的模具 (2) 有导板导向的模具 (3) 有导柱导向的模具	对生产批量较大、冲件精度较高,模具寿命要求较长的模具必需采用导向装置。应用导柱导套来导向的模具最为普遍
按送料方式 (1) 手工送料模具 (2) 带有自动送料装置的模具	带有自动送料装置的模具,在调整完成后不需要人工进行操作,适用于多工位级进模
按冲模制造的难易程度 (1) 简易冲模 (2) 普通冲模 (3) 高精度冲模(参见第七章)	简易冲模成本低、制造周期短,特别适用于新产品试制和小批生产,主要有通用组合冲孔模、分解式组合冲模、钢皮冲模、薄板冲模、锌基合金模、聚氨酯橡胶冲模等 普通冲模是目前用得最多、最广的冲模 高精度冲模用于精密冲件生产
按生产适应性 (1) 通用冲模 (2) 专用冲模	通用冲模适用于小批和试制性生产的冲件 专用冲模适用于指定的冲件
按生产管理 (1) 大型冲模 (2) 中型冲模 (3) 小型冲模	往往以不同的行业而有所不同

12. 模具的工作部分零件必须具备哪些性能?

答：由于冲压有冷冲压和热冲压，而冲压工序又分为分离工序与成形工序两大类。所以，在分离工序的工作过程中，模具除承受使材料分离所需的冲压力外，还承受与材料断面间的强烈摩擦；在成形工序的工作过程中，模具除承受材料塑性变形所需的冲压力外，其表面也受到材料的塑性流动而产生的强烈摩擦。因此，模具工作部分的零件都必须具备耐冲压，耐磨损的高强度、高硬度性能。在材料加热状态下使用的冲模，工作零件还要求具有耐热性能，这样才能保证其使用寿命。

13. 冲模的工作部分常用哪些材料?

答：冲模的工作部分按使用寿命要求及工作条件不同，可采用碳素工具钢或合金工具钢。用于高速冲压（一般指250次/min以上）或要求高寿命的模具，工作部分零件采用硬质合金。模具用合金工具钢包括冷作模具用钢如：Cr12、Cr12Mo1V、CrWMn、6W6Mo5Cr4V等，热作模具用钢如：5CrMnMo、8Cr3、4CrMnSiMoV等，无磁模具钢如7Mn15Cr2Al3V2WMo。

14. 冲模的结构必须满足哪些要求?

答：冲模的结构必须满足冲压生产的要求，其要点如下：

- 1) 必须能冲出合格的冲件。
- 2) 必须适应批量生产的要求。
- 3) 必须满足使用方便，操作安全可靠。
- 4) 必须坚固耐用，达到使用寿命要求。
- 5) 要容易制造和便于维修。
- 6) 成本必须低廉。

15. 什么叫塑料模?

答: 塑料模是将塑料原料制成塑料制件的模具。

塑料可分为热固性塑料和热塑性塑料两大类。热固性塑料加热即能固化, 但一旦固化即使再加热也不再软化; 热塑性塑料则加热即软化、冷却即固化, 这两个过程可反复进行。

塑料的成型方法是多种多样的, 因此采用的模具也是各不相同的, 但各种不同的成型方法从原理上看都要经过熔化、流动、固化三个阶段。

16. 塑料成型模具分几类?

答: 不同的成型方法需要使用不同的模具, 塑料成型模具的分类见表 1-5。

表 1-5 塑料成型用模具的分类

适用塑料	塑件成型简要过程	特点	使用设备	对模具要求
热固性塑料为主	将定量的塑料置于加热的模具型腔内, 在合模过程中对塑料加热、加压, 使塑料流动并充满型腔。合模后保持适当时间使之固化成型	可制作各种用途的塑件。适合制作有嵌件的塑件 塑件取向现象少, 几乎没有材料损耗。操作简单, 但成型周期较长	压缩成型机	型芯、型腔需耐压、耐磨、耐腐蚀, 需淬硬、表面需抛光并按需要镀铬
热固性塑料	模具先闭合, 将已预热的塑料放入模具上部的加料腔内, 使之加热软化, 用柱塞加压, 塑料经浇注系统进入模具型腔, 在一定时间内保持压力和加热使固化成型	适用于匀质、厚壁、精度高、有细小嵌件等用压缩模难以成型的塑件成型 成型周期短, 塑件几乎无飞边	压缩成型机或传递成型机	加料腔、浇注系统部分、型芯、型腔需耐压、耐磨、耐腐蚀; 需淬硬, 表面抛光并按需要镀铬

(续)

	适用塑料	塑件成型简要过程	特点	使用设备	对模具要求
注射模	热塑性塑料 热固性塑料	塑料在注射机料筒中加热到流动(可塑化)状态。闭合模具,以高压将料筒内的塑料通过机床喷嘴、注射入模具,并经浇注系统进入型腔、充满。然后保压、冷却(热固性塑料为加热)固化成型	可成型复杂形状的塑件 成型周期短、效率极高,易于进行自动控制 除无流道注射模外,一般用注射模成型都有浇注系统废料损失	热塑性塑料 注射机 热固性塑料 注射机	要求同传递模 根据成型产量要求对某些热塑性注射模的工作零件可不淬硬
挤出模	热塑性塑料	在挤出机料筒内将塑料加热至流动状态,用螺杆将其挤出,通过端部的挤出模(又称机头)使之以一定的断面形状连续挤出,立即加以冷却固化成型	成型是连续的,制品为薄膜、棒材、管材、异形材等大长度制品 开始调整困难,后期操作简单、效率极高	挤出机	工作零件需耐压、耐磨、耐腐蚀;需淬硬、表面抛光镀铬
吹塑模	热塑性塑料	将塑料用挤出机挤出成管状(称型坯),在冷却硬化前放入开启的吹塑模内,模具对合后,在管中吹入空气使之膨胀并贴合在型腔壁上,再经冷却固化成型 也可用两薄片或用注射成型的中空带底件作型坯	用以制造空心的、用注射模成型而无法抽出型芯的中空塑件,如瓶类塑件等 成型塑件壁厚不均匀 成型周期短、效率较高,模具价廉	吹塑机	除非产量特大,一般不需使用优质的模具钢。常用的模具材料有结构钢、铝、锌。广泛使用的是铝,必要时局部嵌入钢质镶件
吸塑模	热塑性塑料	将塑料片材夹紧在模具内,用加热器加热,利用真空作用将软化的片材吸附在型腔壁上,冷却成型 也可在相反方向压入压缩空气,同时在片材与模具间抽真空成型	适用于用片材制作大型塑件 塑件尺寸精度不高,不能成型各部位壁厚不相同的塑件	吸塑机	由于成型压力低,模具材料一般可采用石膏、热固性塑料等。大批量生产时才使用金属模具

(续)

	适用塑料	塑件成型简要过程	特点	使用设备	对模具要求
发泡成型模	热塑性塑料 热固性塑料	将增加了发泡剂的塑料注入模具（也可用于挤出成型、吹塑成型等）而形成发泡塑件	用于成型绝热、包装、吸音、绝缘、防震、装饰等用途的发泡件 成型压力低、冷却时间长	注塑机、挤出机、吹塑机、各种发泡机	模具材料不要求高的机械强度，要求导热性好，采用铜、铍青铜、铝合金、锌合金和钢等

17. 什么叫压铸模？其铸件有何特点？

答：压铸模是用压力铸造方法获得锡、铅、锌、铝、镁、铜等各种合金材料铸件的模具。

用压铸模成型的铸件表面光洁、轮廓清晰、尺寸及形状稳定、精度较高。用压铸模可以铸造形状复杂或镶铸不同金属配件的铸件。因此压铸模被广泛应用于各行业。

18. 压铸模零件必须具备哪些性能？

答：压铸的过程是将金属液以高压、高速注入模具，并在模具中凝固成型后被顶出模具。根据压铸合金的不同以及铸件形状的复杂程度，压铸所需的压射比压为 20~80MPa。

金属液进入模具，对模具型腔和型芯表面进行激烈的冲击和冲刷，使之受到侵蚀和磨损；金属液又难免将熔渣带入模具，使之与型腔、型芯产生复杂的化学作用；高温的金属液又使模具型腔、型芯表面温度剧烈上升，在内部形成很大的温度梯度而产生内应力，导致表面产生裂纹。因此，模具型腔、型芯等零件必需具有较高的高温强度、高温硬度、抗回火稳定性和冲击韧度，并需有良好的导热性、抗热疲劳性、高温抗氧化性和抗蠕变性。

19. 压铸机分哪几类?

答: 压铸所用的设备是压铸机, 它分为热压室压铸机和冷压室立式、卧式、全立式压铸机, 其分类方式如图 1-1 所示。

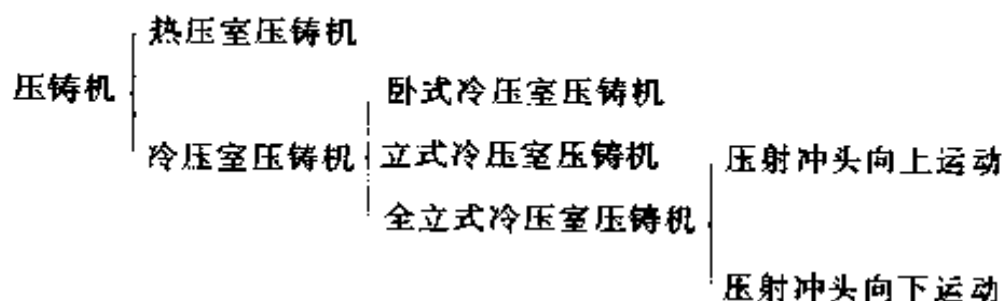


图 1-1 压铸机分类

20. 压铸模按铸件材料分哪几类? 各有何特点及用途?

答: 压铸模按铸件材料分类、特点及用途见表 1-6。

表 1-6 压铸模按铸件材料分类、特点及用途

	锌合金	铝合金	镁合金	铜合金
常用合金	Z ZnAl4-1 Z ZnAl4-0.5 Z ZnAl4	ZL101 ZL102 ZL103 ZL104 ZL105 ZL301 ZL302 ZL401	ZM5	ZHSi80-3 ZHPb59-1 ZHAJ67-2.5 ZHMn58-2-2
压铸时合金温度/℃	410~450	620~710	640~730	910~960
模具工作温度/℃	150~200 预热: 120~150	180~250 预热: 130~180	200~300 预热: 140~200	300~380 预热: 180~250
对模具要求	耐高温 具有足够强度及刚性	耐高温、耐冲刷、耐热裂 有足够强度及刚性 能良好排气排渣	与铝合金模具相同 有较大容量溢流槽	对耐高温、耐热裂有更高要求 型腔硬度比铝合金模具低些

(续)

	锌合金	铝合金	镁合金	铜合金
模具寿命	20 万次以上	中小铸件 6~20 万次 中大铸件 3~8 万次	比铝合金模具稍长	1~5 万次 通常在数千次后会出现裂纹
选用压铸机	热压室压铸机 冷压室压铸机	冷压室压铸机	冷压室压铸机 热压室压铸机	冷压室压铸机
特点及用途	应用广泛 批量大、表面需电镀的铸件 锌合金易老化, 当温度 $>100^{\circ}\text{C}$ 或 $<-10^{\circ}\text{C}$ 时尺寸不稳定, 应用受限制	应用最广泛	应用一般 铸件密度小、力学性能好、用于承受强烈颠簸、起滞震作用的零件 可制造用于低温 (-196°C 以上) 工作的零件	用于抗磁零件、耐磨、导热性能好、受热后尺寸变化较小的零件

注: 钢铁压铸尚处于试验阶段。

21. 什么叫锻模?

答: 锻模是在锻压设备上实现模锻工艺的装备, 是热模锻的工具。锻模模腔制成与所需锻件凹凸相反的相应形状, 并作合适的分型。将锻件坯料加热到金属的再结晶温度以上的锻造温度范围内, 放在锻模上, 利用锻造设备的压力将坯料锻造成带有飞边或极小飞边的锻件。

22. 锻模必须满足哪些性能要求?

答: 锻模对高温状态下的金属进行压力加工, 工作条件较差, 需承受反复的冲击载荷和冷热交变作用, 产生很大的应力。因此, 模具在作业条件下应具有较高的强度、硬度、耐磨性、韧性、抗氧化性、热传导性和抗热裂性。

23. 我国锻模标准体系将锻模分为哪几类？

答：锻模分类方法很多，根据使用设备的不同，分为锤锻模、机械压力机锻模、螺旋压力机锻模、平锻模等。

我国锻模标准体系将锻模分为 13 类，如图 1-2 所示。

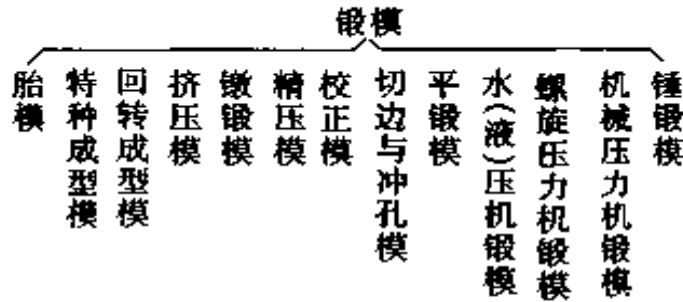


图 1-2 锻模分类

24. 什么叫粉末冶金模？

答：粉末冶金是用模具将金属粉末压制成型成要求形状的坯件，然后将坯件在熔点以下的温度加热烧结而成金属制品的一种金属加工方法。粉末冶金的基本工序是：粉末制备、成型、烧结及后续加工。成型是重要的一环，除了粉末轧制外，几乎所有粉末冶金制品的成型均需使用模具。

将金属粉末压制成型的模具称粉末冶金模。压制方法应用最广的是冷压成型，此外还有热压成型、水静压成型、热等静压成型等。仅就冷压成型而言，在成型过程中，粉末冶金模除承受极高的压力（ $p > 100\text{MPa}$ ）之外，粉末流动对模壁还产生强烈摩擦。因此，模具的型腔件、模冲件都必须具有较高的耐压、耐磨性能。

25. 粉末冶金模的分类、特点及用途有哪些？

答：根据成型制品的材料、性能、形状及精度要求，将采用不同的成型方法和使用相应的模具。粉末冶金模的分类、特点及用途见表 1-7。

表 1-7 粉末冶金模分类、特点及用途

分 类	特 点	用 途	
常 温 压 模	成型模	粉末放在模具中加压成型。成型坯件的精度、密度较高，生产效率高 受压制压力、形状复杂程度的限制，不宜压制面积过大、过长、过薄、锥形以及难以脱模的坯件	适用于压制铁基合金、铜基合金、不锈钢、硬质合金等柱形为主的坯件。适合大批量生产
	整形模	将经过烧结的坯件进行模压作整形，以提高尺寸精度、降低表面粗糙度，增大坯件密度及表面硬度	适用于铁基合金、铜基合金、不锈钢等高精度坯件的生产
	挤压模	将拌有粘结剂、润滑剂的粉末，在筒形腔中受压，并通过挤压模的挤出口，挤出所需断面形状的条形坯件	适用于硬质合金麻花钻、焊条、针状件以及粉末高速钢条形坯件的成型
	等静压模	成型方法有： 1. 粉末装入塑料或橡胶包套中，由高压液体对包套内的粉末均匀加压成型 2. 粉末装入塑料或橡胶制的弹性模中，弹性模放在钢模中加压，粉末受均匀压力而成型	方法 1 适用于制造钨、钼、硬质合金、钛合金的大型管棒坯件 方法 2 适用于制造硬质合金小型的球形、锥形坯件
加 热 压 模	热压模	将粉末或预成型坯件放在模具中，模具由传导、自身电阻或感应加热，在低于粉末中主要金属的熔点温度下加压成型，可获致密的制品。常用模具材料有石墨、陶瓷、高镍铬合金及高速钢等	适用于硬质合金、金属陶瓷及金刚石工具等制品的生产
	热模锻模	将粉末预制坯加热，放入锻模中进行无飞边锻造，获得致密的并接近成品形状的制品，锻模常用材料为 3Cr2W8V	适用于铁基高强度齿轮、链轮、连杆等结构件的生产
	热挤压模	将粉末装入金属包套内，抽真空后封口，包套加热后在模壁有润滑剂的挤压模内挤出成材	适用于粉末高速钢棒条的制造
	热等静压模	将粉末装入金属包套内，抽真空后封口，包套在热等静压机中，在高温高压下成型。载体为氩等惰性气体	制造难熔金属、硬质合金等大型制品

(续)

分 类	特 点	用 途	
无 压 成 型 模	松装烧结模	将粉末装入炉具中振实，模具与粉末一起入炉烧结成为多孔制品，模具可重复使用。模具常用材料有石墨、铸铁、不锈钢和陶瓷	青铜过滤器的生产
	松装成型模	将芯板放在模具型腔下，型腔中装满粉末后刮平，取出模具，芯板连同--层均匀粉末入网带炉烧结，粉末与芯板焊接牢固，经复压达到所需的密度	低负荷摩擦片的大批量生产
	泥浆浇注模	将粉末与加有粘结剂（如糊精）的水调成糊状、注入石膏模内，干燥后脱模成型	高合金、精细陶瓷材料且形状复杂件的成型
	冷冻成型模	将加有水的粉末，注入金属模内冷冻成型，将坯件埋入填料中脱水并烧结成制品	高合金及精细陶瓷制品的制造
注射成型模	将超细粉末与塑料搅拌混合后造粒，在注塑温度下用注塑机将混合料注射到模具型腔中成型，制品在填料中经缓慢加热而排塑，并烧结成高精度致密制品	铁、镍、不锈钢、硬质合金及精细陶瓷等材料的复杂形状制品的生产	

26. 什么叫橡胶模？

答：橡胶模是将天然橡胶或合成橡胶制成橡胶成型件的模具。

橡胶模一般采用结构钢或碳素工具钢。但由于在硫化过程中胶料分离出含硫化物的物质腐蚀型腔表面，以及磨损等原因，因此大量生产用的模具应采用合金工具钢，淬硬并表面镀硬铬。

27. 橡胶模分哪几类？

答：根据橡胶成型方法不同，橡胶模有表 1-8 所列几种。

表 1-8 橡胶模分类

分类	成型简要过程	特 点
压制模	使用平板硫化机，将橡胶原料填入模具下模，合上上模后加压、加热并保持一定时间硫化成型，称压制成型	应用较多 模具简单 较难成型精度要求高的制件
压注（传递）模	使用平板硫化机，上、下模合模后放入机内，模具上放上加料圈并将橡胶原料放入，再放入柱塞，压机对柱塞加压并对模具加热，橡胶原料即通过流道进入模具型腔硫化成型，称压注（传递）成型	模具较简单 适用于有较细小孔的制件 成型精度较高
注射模	用于注射成型，成型方法与塑料注射成型相似，硫化时间短，效率高是橡胶成型的发展方向	模具与塑料注射模相似，适用于大量生产

28. 什么叫玻璃模？

答：使熔融的玻璃原料成型用的模具称为玻璃模。最具代表性、最多使用的是制造瓶类的玻璃模。因为一般瓶口直径比胴体直径小，所以为了便于脱出制件，模具往往制成铰接对合形式。

成型是将进入模具的熔融的玻璃用压缩空气吹压。为了防止吹压产生的壁厚不均，可采用粗模成型和精模成型两个步骤的工艺。用粗模制成型坯，再用精模将型坯制成成品。

成型方法有人工成型、半自动成型和全自动成型。大量生产几乎都采用全自动制瓶机的全自动成型。

成型过程中，模具与高温的熔融玻璃接触，模具温度也随之升高，因此要考虑模具的热变形。模具材料一般采用结构钢，易磨损部位予以表面硬化处理。

29. 玻璃模有哪些种类？

答：根据成型型坯的方法不同，玻璃模具有：

1) 吹一吹模，粗、精模均为吹压成型的模具。

2) 压一吹模，用粗模的柱塞加压成型和用精模的吹压成型。加压成型的型坯壁厚大致均匀，广泛用于制瓶工业。

30. 什么叫陶瓷模？

答：电力工业中常使用陶瓷件，要求有一定的绝缘性和力学性能。陶瓷最近发展到用作结构件（如柴油机缸套、缸盖）及刀具等。

陶瓷件是将陶瓷原料（主要成分是粘土、长石和石英）用加压成型的方法制成坯件，干燥、上釉后焙烧而成。加压成型用的模具称为陶瓷模。加压采用的设备有螺旋压力机、摩擦压力机、液压机和专用压力机。

坯件的成型过程是将模具型腔涂上脱模剂，将重量准确的泥料放入下模型腔内，将上模下压至下模板合紧为止，然后开模，顶出坯件。

成型过程中，泥料受压流动，与模具型芯、型腔发生摩擦，因此，模具型芯、型腔零件一般采用碳素工具钢，并淬硬。

31. 模具发展的趋势是什么？

答：模具发展的趋势如下：

(1) 大量生产用模具向高效率发展 在发展高效率成型设备的前提下，推动了高效率模具的发展。如为了适应高速压力机的使用，对多工位级进模的使用可靠性提出了更高的要求；为了适应高速注射机的应用，要求提高注射模切断进料口、顶出塑件的自动化程度等等。

(2) 小批量生产用模具向简易化发展 小批量生产中，为了降低成本，缩短模具制造周期，将采用和发展简易模具。如钢带冲模、薄板冲模、金属喷镀模具、聚氨酯模具和

用锌合金、低熔点合金、环氧树脂、超塑性金属作型腔的模具等等。

(3) 发展多功能模具 为了更高的效率或更高的质量要求，发展多功能模具。如多工位级进模发展成具有装配功能即一副模具同时冲两个冲件并在最后工位（或工步）使之装配在一起的功能；如具有组合功能的双色、多色注射模等。

(4) 模具向高寿命发展 高效率的模具必然需要高寿命，否则将造成频繁的模具装拆和整修，或需要更多的备模。为了达到高寿命的要求，除模具结构优化以外，重要的是模具材料的选用和正确的热处理工艺。因此也将推动模具材料的开发和热处理技术的发展。

(5) 模具向高精度发展 高效率、多功能、高寿命的模具必然是高精度的。高精度的模具一定要采用高精度的加工设备和高技术的加工工艺。如采用数控线切割机床、数控坐标磨床、加工中心等设备。因此也推动了精密加工设备和精密加工技术的发展。

(6) 模具制造周期要求短 各种产品为了能适应市场竞争，要求模具能在最短的时间内制造完成。为此，模具将愈来愈多地采用标准化模具零件，因此模具标准化程度的提高是个发展方向。

(7) 发展模具计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助制造（CAM）和计算机集成制造（CIM），它们是提高设计、制造效率，减少设计、制造错误，科学管理模具生产的最有效措施，因此是模具生产、模具技术发展的一个重要方向。

第二章 模具钳工常用的工具设备

1. 模具钳工应具备哪些基本操作技能？

答：钳工大多是在钳工台上以手工工具为主对工件进行加工的。手工操作的特点是技艺性强，加工质量好坏主要取决于操作者技能水平的高低。因此，凡是采用机械加工方法不太适宜或难以进行机械加工的场合，通常可由钳工来完成；尤其是机械产品的装配、调试、安装和维修等更需要钳工操作。钳工主要分为普通钳工和工具钳工，模具钳工是工具钳工的一种。

作为一名优秀的模具钳工，首先应具备各项基本操作技能，如划线、錾削、锉削、锯削、钻孔、扩孔、铰孔、绞孔、攻螺纹、套螺纹、矫正、弯形、刮削、研磨、技术测量和简单的热处理等；进而应掌握模具零部件的加工制作方法，模具的装配、修理和调试的技能。

2. 怎样合理组织模具钳工的工作位置？

答：合理组织工作位置，是提高产品质量和劳动生产率的一项重要措施。所谓合理组织主要体现在以下几方面：

1) 主要设备、毛坯、工夹量具等物质都要有固定的安放位置，符合定置管理的要求。

2) 每班工作位置的布置，应按当班生产任务的需要，并符合整齐、合理、方便的原则，图 2-1a 所示是钳工工、量具的布置示例。

3) 每班工作完毕后，对所用过的设备、工艺装备都要

擦拭干净（涂好防锈油），按定置要求放到规定的位置（见图 2-1b）或交还工具库。工作场地要打扫干净，切屑等倒在指定地点。

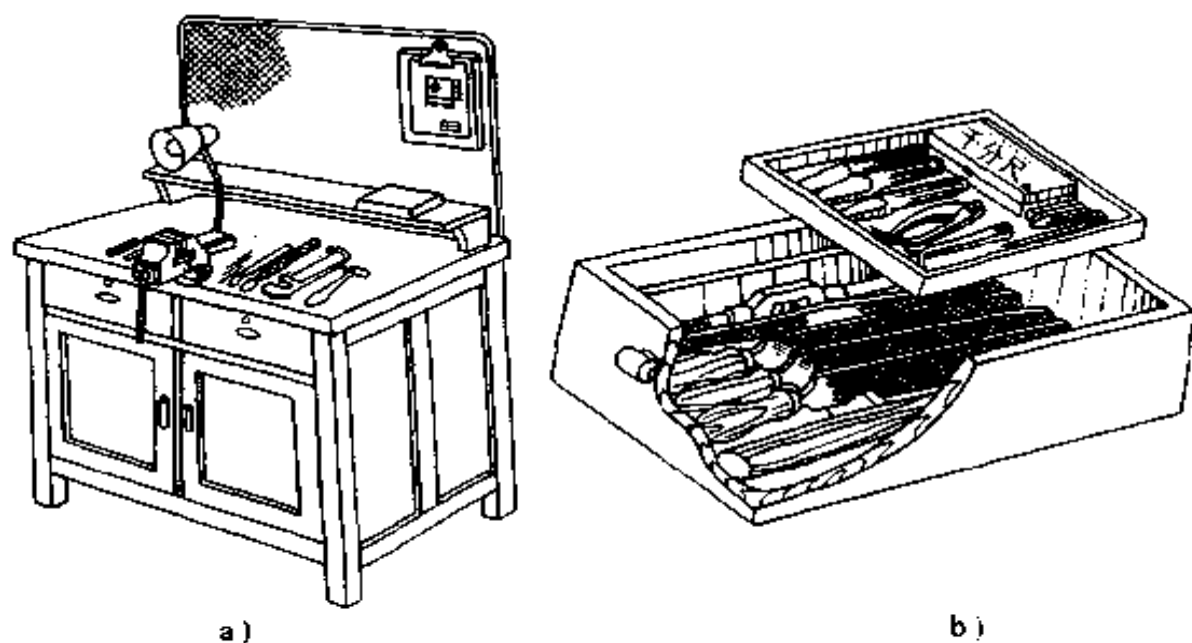


图 2-1 钳工工、量具的布置

a) 在钳工台上安置 b) 在工具箱内安置

3. 模具钳工安全操作技术要求有哪些？

答：模具钳工安全操作技术要求有如下主要内容：

- 1) 不得擅自使用不熟悉的设备和工具。
- 2) 使用手提式风动工具时，要求接头牢靠，风动砂轮应有完整的罩壳装置，并按规范正确选用砂轮。
- 3) 使用手提式电动工具时，插头必须完好，外壳接地，绝缘可靠。调换砂轮和钻头时必须切断电源。发生故障，应停止使用。
- 4) 禁止使用无柄的刮刀或锉刀、滑口或烂牙的扳手等有缺陷的工具。
- 5) 錾削、磨削、装弹簧时不许对准他人，锤击时要注

意不要伤及旁人。

6) 对于大型和畸形工件的支撑和装夹要注意其重心位置, 以免坠落或倾覆伤人。

7) 不准用手拉或嘴吹来消除切屑。

8) 禁止在行车吊起的工件下进行操作或逗留。

9) 严禁使用 36V 以上电压电源的手提式移动照明灯具。

10) 就地检修模具, 必须将冲压机断电后进行操作。

4. 钳工工作场地的常用设备有哪些? 各有何作用?

答: 钳工的工作场地是一人或多人工作的固定地点。在工作场地常用的设备有钳工台、台虎钳、砂轮机、台钻和立钻等。

(1) 钳工台 也称钳桌, 上面装有台虎钳, 如图 2-2 所示。钳工台是钳工工作的主要设备, 用木料或钢材制成, 其高度约 800~900mm, 长度和宽度可随工作需要而定, 其上一般设有几个抽屉, 用来收放工量具。

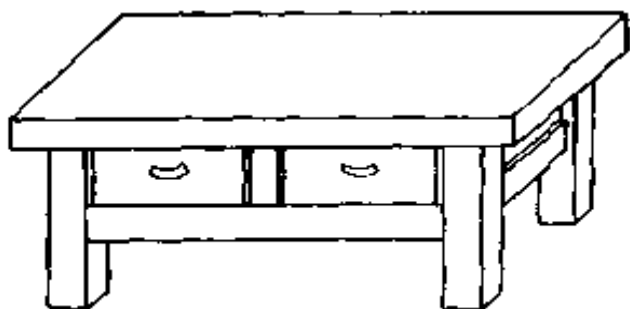


图 2-2 钳工台

(2) 台虎钳 装在钳工台上, 用来夹持工件。其规格以钳口的宽度表示, 有 100mm、125mm 和 150mm 等几种。其结构有固定式和回转式两种, 如图 2-3 所示。

(3) 砂轮机 主要用来刃磨锉子、钻头、刮刀等刀具或样冲、划针等其它工具, 也可用于磨去工件或材料上的毛刺、锐边等。它主要由砂轮、电动机和机体组成, 如图 2-4 所示。

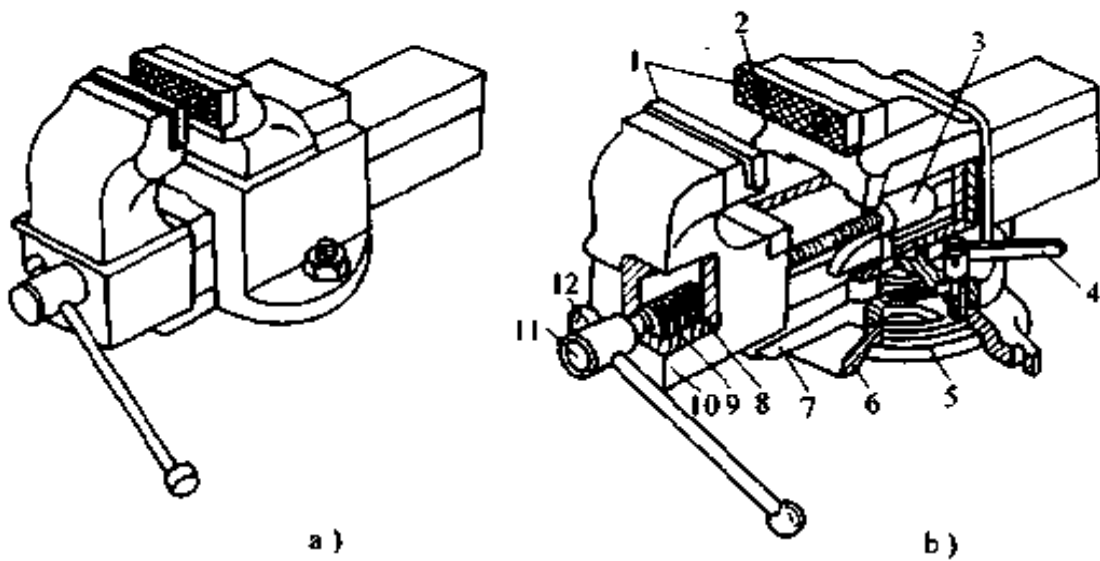


图 2-3 台虎钳

a) 固定式 b) 回转式

1—钳口 2—螺钉 3—螺母 4、12—手柄 5—夹紧盘 6—转盘座
7—固定钳身 8—挡圈 9—弹簧 10—活动钳身 11—丝杠

(4) 台钻 是台式钻床的简称，一种小型钻床，用来钻孔。一般安装在工作台上或铸铁方箱上。其结构如图 2-5 所示。

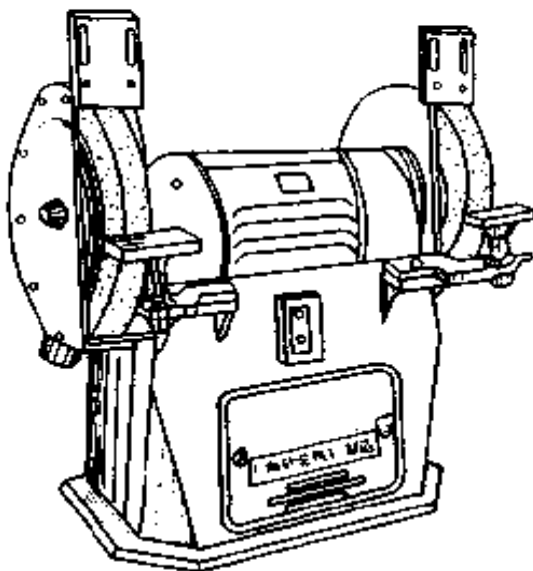


图 2-4 砂轮机

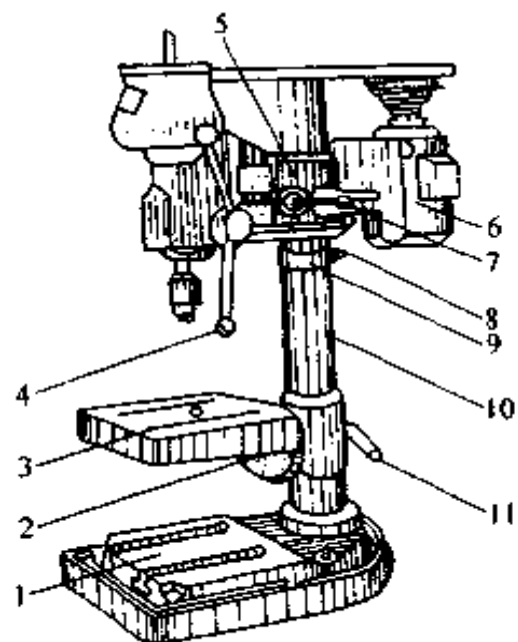


图 2-5 台钻

1—底座 2、8—螺钉 3—工作台
4、7、11—手柄 5—本体
6—电动机 9—保险环 10—立柱

(5) 立式 钻床 (立钻)

一般用来钻中小型工件上的孔, 其最大钻孔直径规格有 25mm、35mm、40mm 和 50mm 等几种。如图 2-6 所示为立式钻床的基本形式, 它主要由主轴 2、变速箱 4、进给箱 3、工作台 1、立柱 6 和底座 7 等组成。

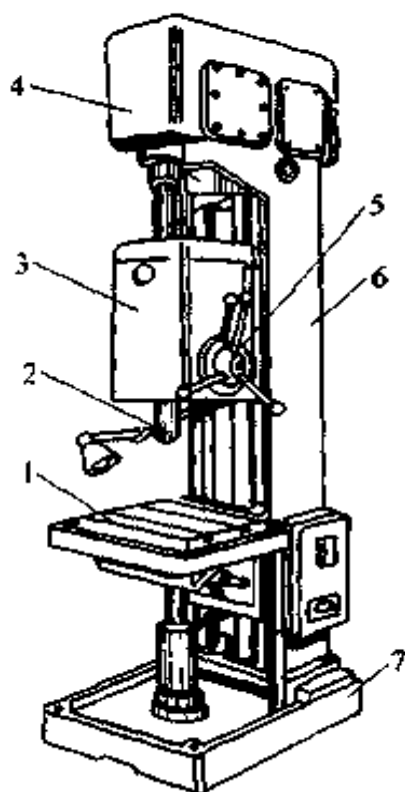


图 2-6 立式钻床

1—工作台 2—主轴 3—进给箱 4—变速箱
5—操纵手柄 6—立柱 7—底座

5. 钳工常用划线工具及其作用有哪些?

答: 在划线工作中, 为了保证既准确又迅速, 首先必须熟悉各种划线工具, 并能正确使用它们。钳工常用划线工具及其作用如下:

(1) 划线平板 如图 2-7 所示, 用铸铁制成, 是用来安放工件和划线工具的, 并在它上面进行划线工作。

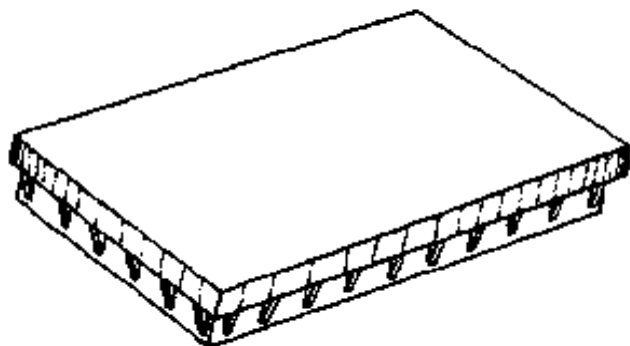


图 2-7 划线平板

(2) 划针 如图 2-8 所示, 是用来划线的, 常

与钢直尺、 90° 角尺或划线样板等导向工具一起使用。

(3) 划规 在划线工作中可以划圆和圆弧。等分线段、等分角度以及量取尺寸等。常用

的划规有普通划规（见图 2-9a）、扇形划规（见图 2-9b）、弹簧划规（见图 2-9c）和长划规（见图 2-9d），单脚划规（可用来确定圆形工件的中心，如图 2-10 所示）等。

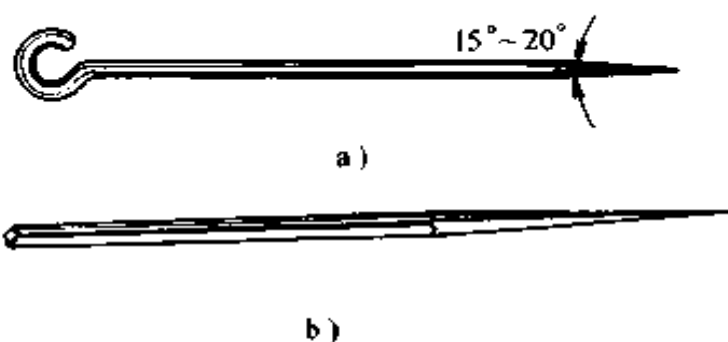


图 2-8 划针

a) 钢丝划针 b) 高速钢划针

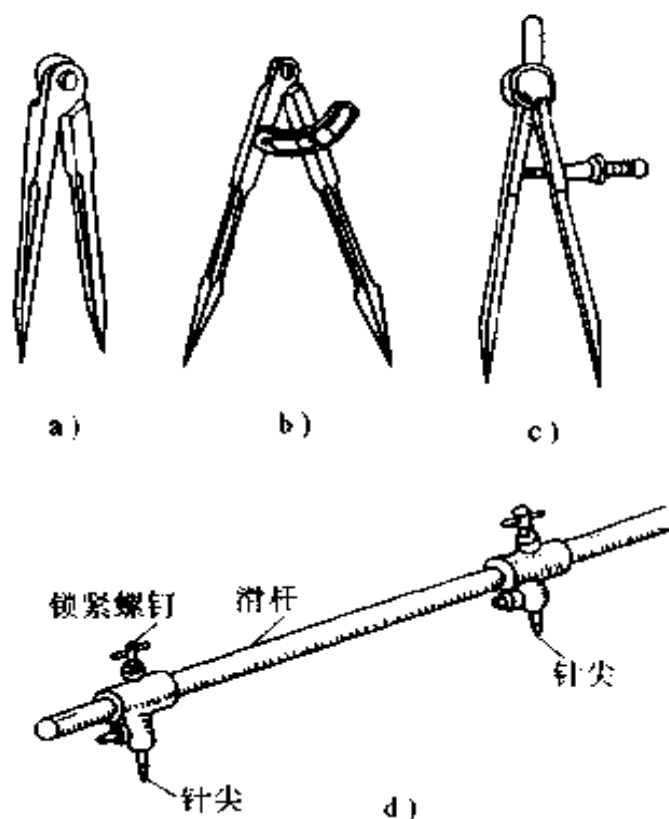


图 2-9 划规

a) 普通划规 b) 扇形划规 c) 弹簧划规 d) 长划规

(4) 划线盘 如图 2-11 所示, 用来划线或找正工件的位置。它由底座、立柱、划针和夹紧螺母等组成。

(5) 划线尺架 用以夹持钢直尺的划线工具, 如图 2-12 所示。在划线时, 它配合划线盘一起使用, 以确定划针在平板上的高度尺寸。

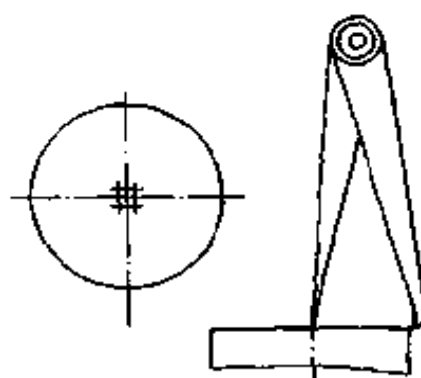


图 2-10 单脚划规及其应用

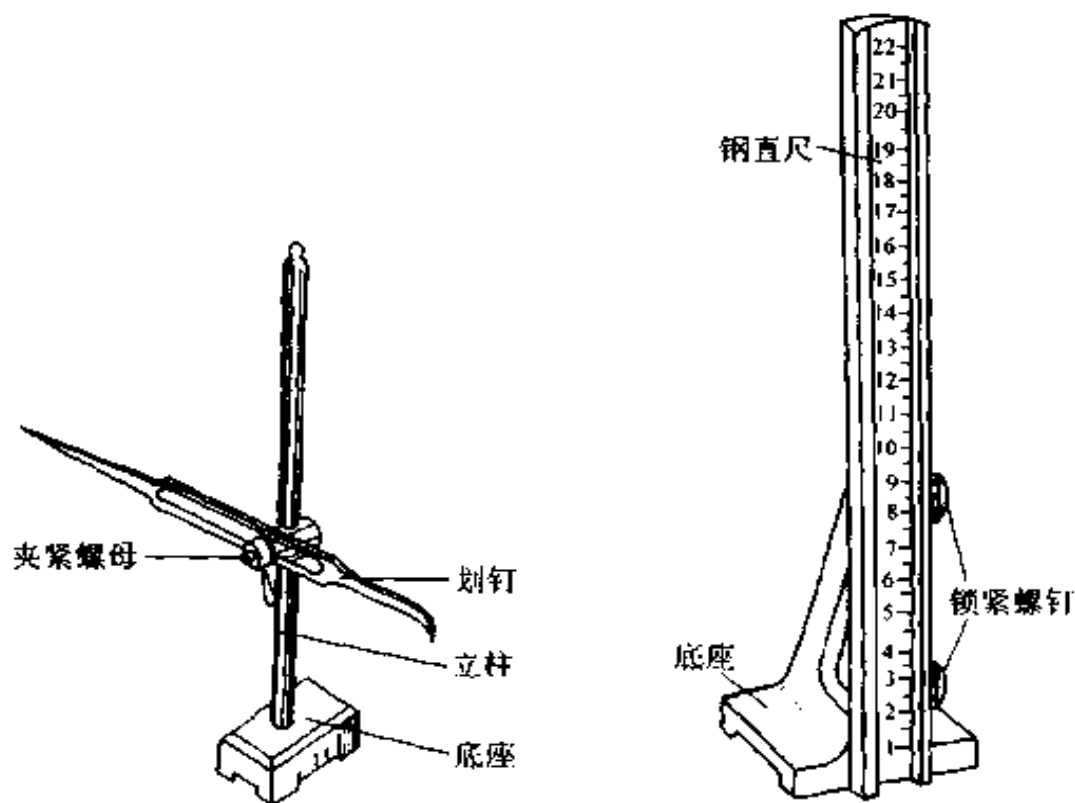


图 2-11 划线盘

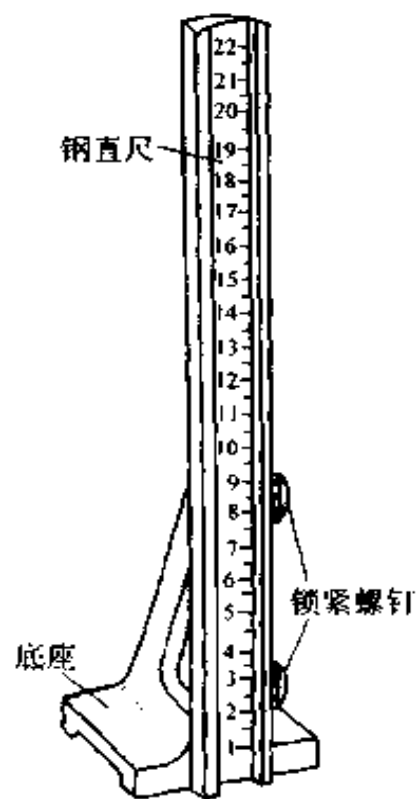


图 2-12 划线尺架

(6) 游标高度尺 如图 2-13 所示, 是划线用精密量具之一, 用来测量高度, 附有划线量爪, 可用作精密划线。

(7) 90°角尺 是钳工常用的测量工具，主要有圆柱角尺、刀口角尺、矩形角尺、铸铁角尺和宽座角尺。常用的是宽座90°角尺（如图2-14），用来检验两个表面之间的垂直度误差。在划线时常用作划垂直线或平行线时的导向工具，或用来找正工件在划线平板上的垂直位置。

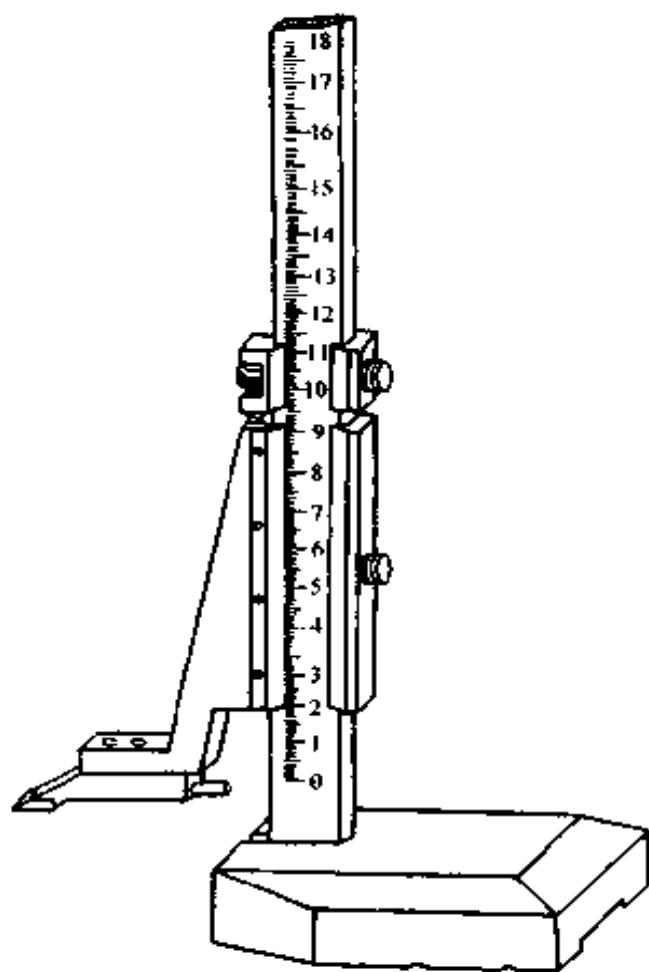


图 2-13 游标高度尺

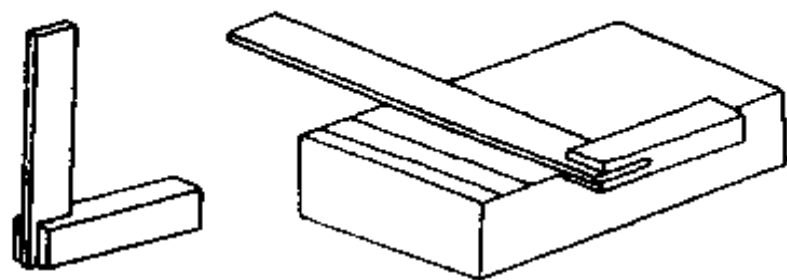


图 2-14 宽座 90°角尺及应用

(8) 各种支承工具 主要有以下几种：

V形架。如图2-15所示，主要用来支承有圆柱表面的工件。

划线方箱。如图 2-16 所示，是一个空心的立方体或长方体，相邻平面互相垂直，相对平面互相平行。主要用来支承划线的工件（通常是较小或较薄的工件）。

角铁。如图 2-17 所示，通常要与压板配合使用，用来夹持需要划线的工件，它有两个相互垂直的平面。

千斤顶。如图 2-18 所示，用来支承毛坯或形状不规则的划线工件，并可调整高度，使工件各处的高低位置调整到符合划线的要求。

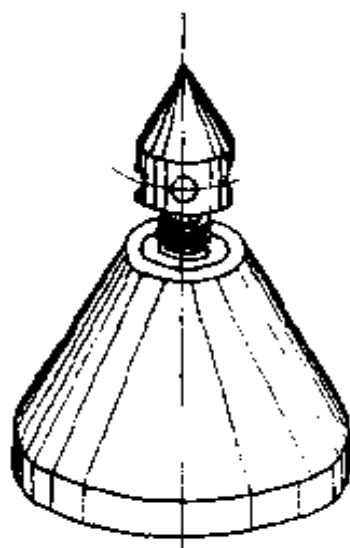
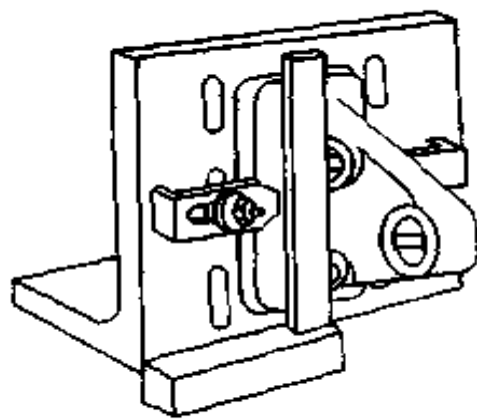
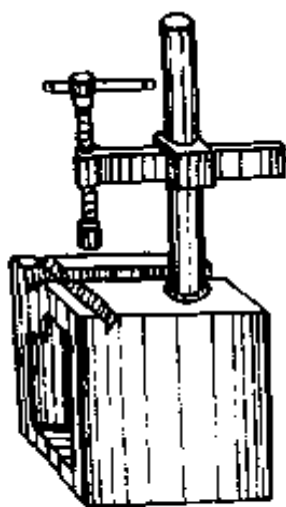


图 2-16 划线方箱 图 2-17 角铁及其应用

图 2-18 千斤顶

斜铁。如图 2-19 所示，可用来支承毛坯工件，使用时，比千斤顶方便，但只能作少量调节。

(9) 样冲 如图 2-20 所示，用于在已划好的线上冲眼，以便保持



图 2-19 斜铁

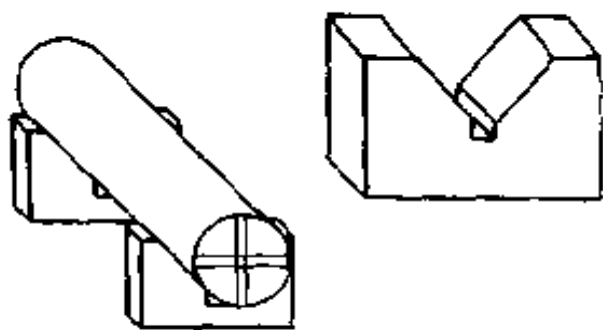


图 2-15 V形架

牢固的划线标记。

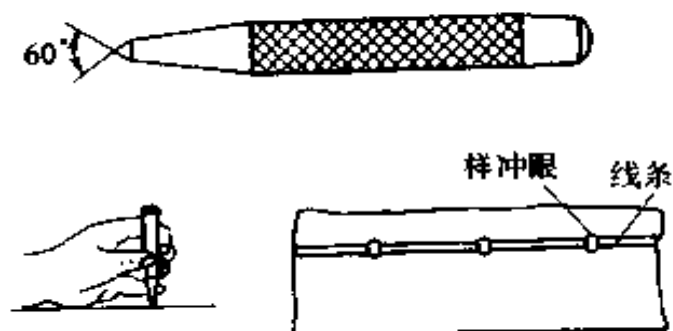


图 2-20 样冲及其应用

6. 錾削常用的工具有哪些？

答：錾削是用锤子打击錾子对金属工件进行切削加工的方法，是一种原始的、古老的切削加工方法。它的功能主要包括切削或分割材料，去除铸件、锻件的毛刺、凸台或錾油槽等。

錾削常用的工具为錾子和锤子。

(1) 錾子 一般用碳素工具钢制成，并经刃磨和热处理。它的构造主要分三部分：头部（如图 2-21），柄部和切削部分。錾子分以下三种：扁錾（也称阔錾，如图 2-22a）、狭錾（尖錾，如图 2-22b）、油槽錾（如图 2-22c）。



图 2-21 錾子的头部

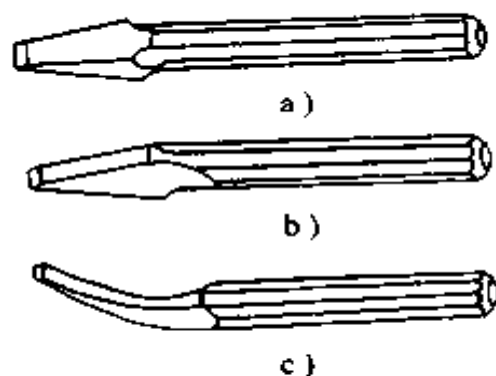


图 2-22 錾子种类

a) 扁錾 b) 狭錾 c) 油槽錾

(2) 锤子 又称榔头，是钳工的重要工具，錾削、矫正和弯曲、铆接和装拆零件等都常常要用锤子来敲击。锤子由锤头和木柄两部分组成(如图 2-23)，其规格用重量大小表示。

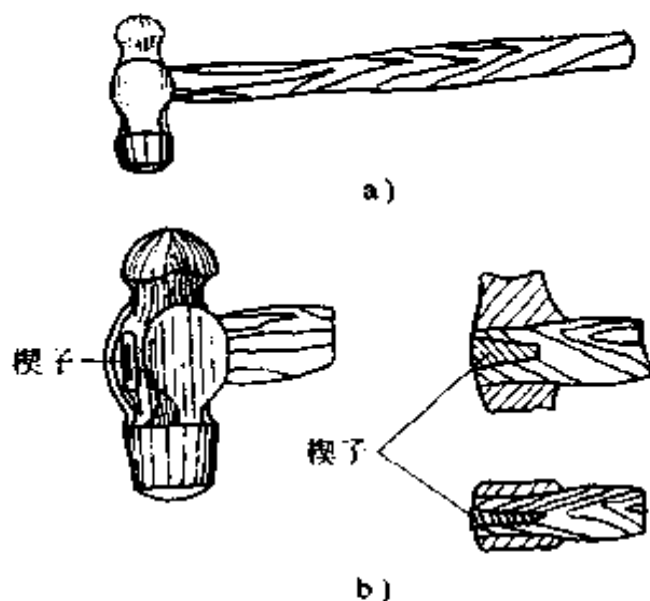


图 2-23 锤柄部打入楔子

7. 锉刀的种类及其作用有哪些?

答：用锉刀对工件进行切削加工的方法称为锉削。

锉刀是锉削的刀具，用高碳工具钢 T12 制成，并经热处理使其硬度达 62HRC 以上。锉刀分钳工锉、异形锉和整形锉三类，其代号见表 2-1。锉刀的典型构造如图 2-24 所示，

表 2-1 锉刀的种类与型式代号

类别	类别代号	型式代号	型 式	类别	类别代号	型式代号	型 式		
钳工锉	Q	01	齐头扁锉(图 2-24a)	异形锉	Y	08	刀形锉		
		02	尖头扁锉(图 2-24b)			09	双半圆锉		
		03	半圆锉			10	椭圆锉		
		04	三角锉			整形锉	Z	01	齐头扁锉
		05	方 锉					02	尖头扁锉
		06	圆 锉					03	半圆锉
04	三角锉(图 2-24d)								
异形锉	Y	01	齐头扁锉(图 2-24c)	05	方 锉				
		02	尖头扁锉	06	圆 锉				
		03	半圆锉	07	单面三角锉				
		04	三角锉	08	刀形锉				
		05	方 锉	09	双半圆锉				
		06	圆 锉	10	椭圆锉				
		07	单面三角锉	11	圆边扁锉				
				12	菱形锉				

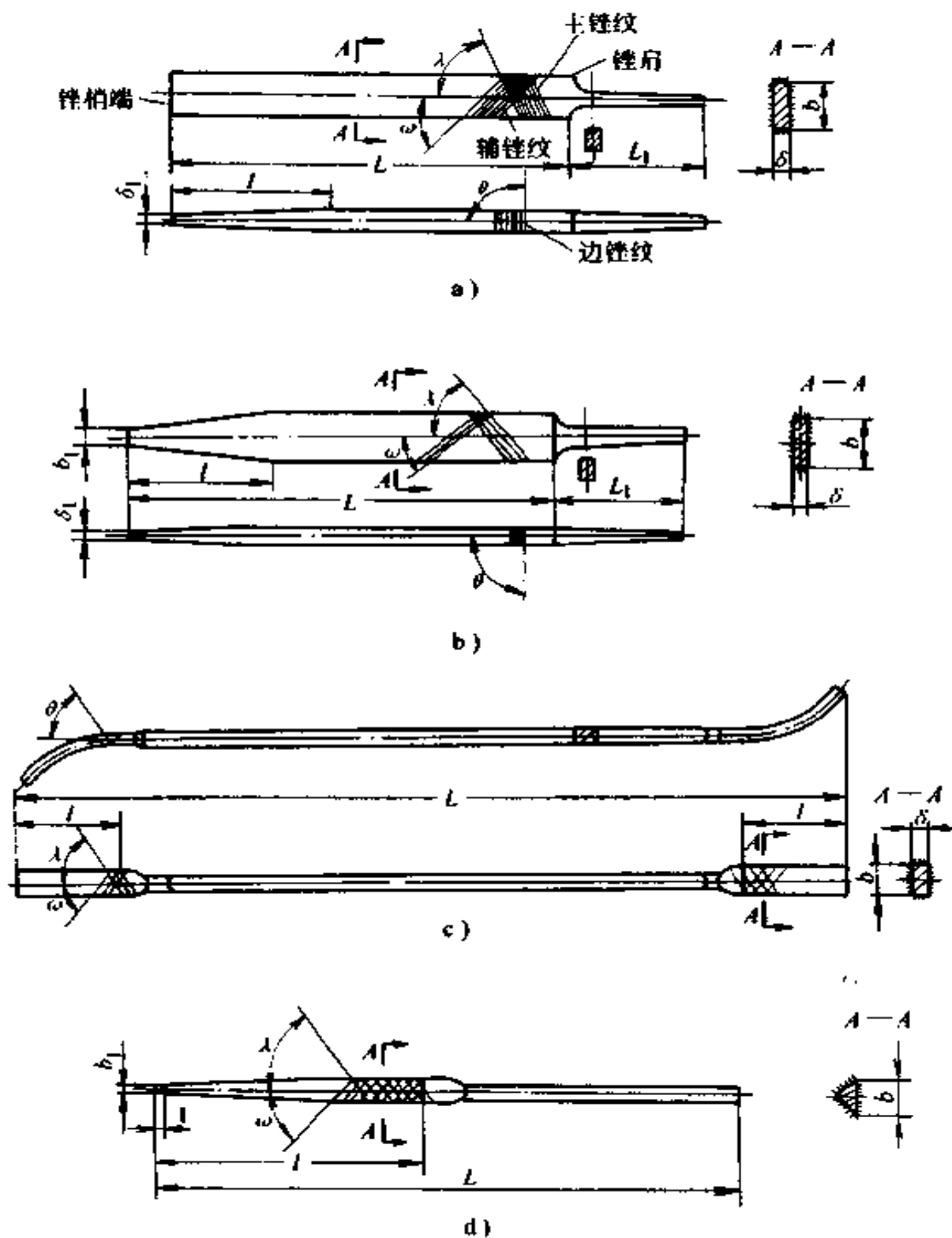


图 2-24 铰刀的构造

- a) 齐头扁铰 b) 尖头扁铰 (钳工铰)
c) 齐头扁铰 (异形铰) d) 三角铰 (整形铰)

图 a 为齐头扁锉、图 b 为尖头扁锉（钳工锉类）、图 c 为齐头扁锉（异形锉类）、图 d 为三角锉（整形锉类）。锉刀横断面形状如图 2-25 所示。

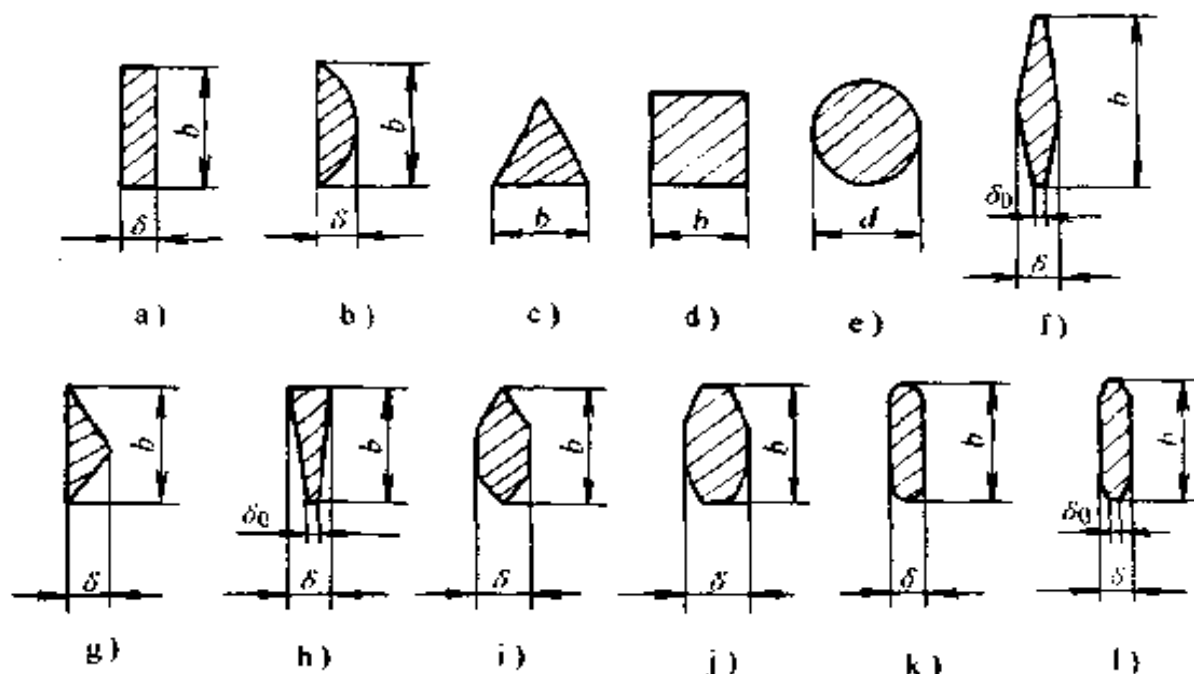


图 2-25 锉刀的横截面形状

- a) 扁锉 b) 半圆锉 c) 三角锉 d) 方锉 e) 圆锉 f) 菱形锉
g) 单面三角锉 h) 刀形锉 i) 双半圆锉 j) 椭圆锉
k) 圆边扁锉 l) 棱边锉

8. 什么叫锯削？手锯由哪几部分组成？

答：用手锯对材料（或工件）进行锯断或锯槽等加工方法称为锯削。

手锯由锯弓和锯条两部分组成。

(1) 锯弓 是用来张紧锯条的，有固定式和可调节式两种，如图 2-26 所示。固定式锯弓只能安装一种长度的锯条；可调节式锯弓则通过调整可以安装几种长度的锯条。

(2) 锯条 一般用渗碳钢冷轧而成，也有用碳素工具钢或合金钢制成，并经热处理淬硬。锯条长度是以两端安装孔的中

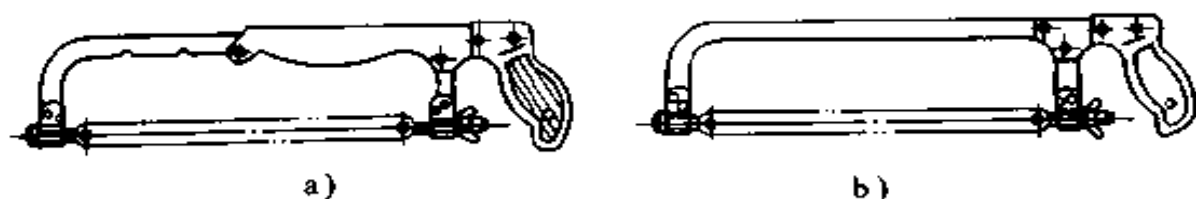


图 2-26 锯弓

a) 可调节式 b) 固定式

心距来表示的，钳工常用的是长度规格为 300mm 的锯条。

9. 钻孔常用的钻头有哪些？

答：用钻头在实体材料上加工出孔的方法称为钻孔。钻孔时，钻头装在钻床（手钻或台钻及其它机械上），依靠钻头与工件之间的相对运动来完成切削加工。

钻孔常用的钻头有：

(1) 麻花钻 如图 2-27 所示，是最常用的一种钻头，它由柄部、颈部和工作部分组成。

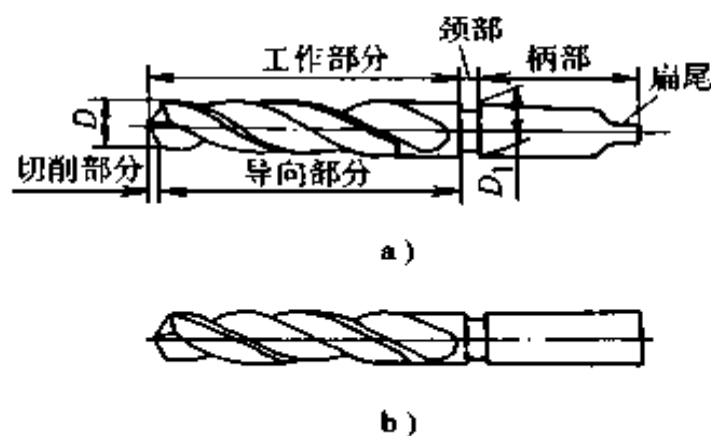


图 2-27 麻花钻

a) 锥柄麻花钻 b) 直柄麻花钻

(2) 群钻 是将麻花钻改磨而成的。标准群钻主要用来钻削钢材（碳钢和各种合金结构钢），如图 2-28 所示。此外还有钻铸铁的群钻、钻铜合金的群钻和钻铝合金的群钻等。薄板群钻如图 2-29 所示。

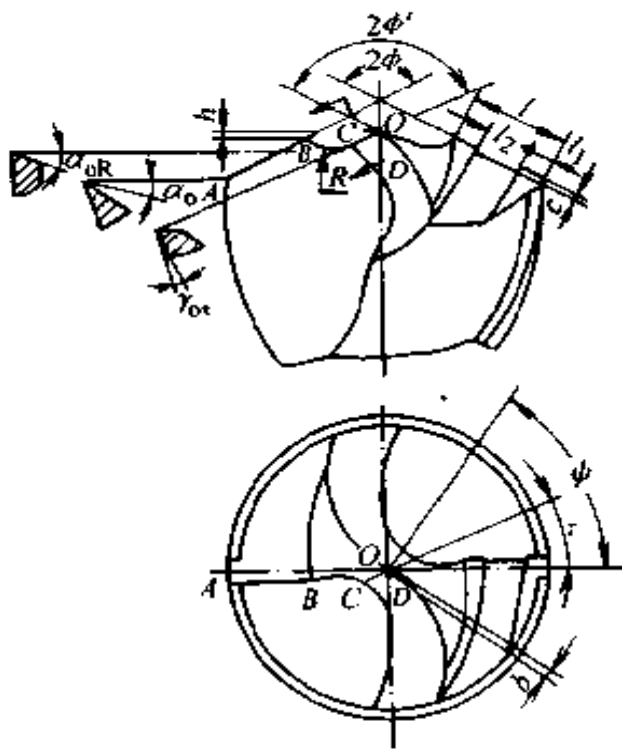


图 2-28 标准群钻

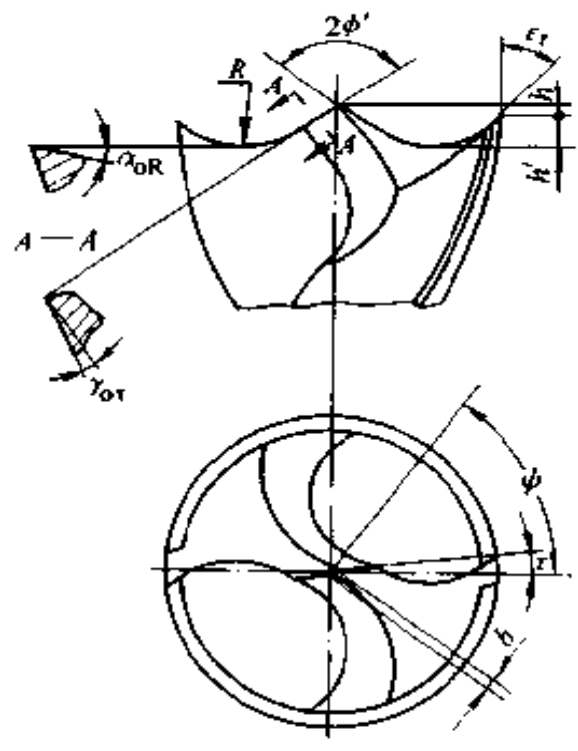


图 2-29 薄板群钻

(3) 硬质合金钻头 是在钻头切削部分嵌焊一块硬质合金刀片形成的一种钻头，如图 2-30 所示。它适用于高速钻削铸铁及钻削高锰钢、淬硬钢等坚硬材料，硬质合金刀片材料是 YG8 或 YW2。

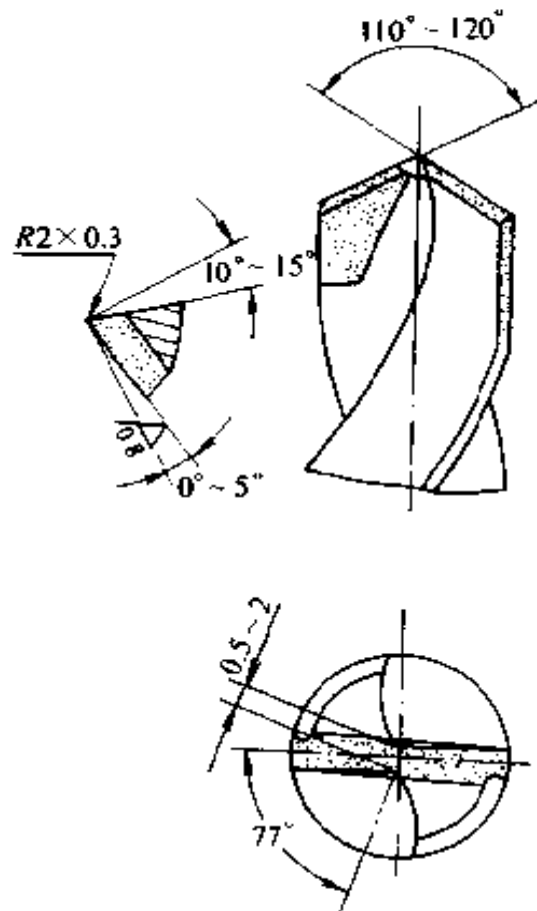


图 2-30 硬质合金钻头

10. 什么叫扩孔？扩孔钻有何特点？

答：扩孔是用扩孔钻或麻花钻等扩孔工具扩大工件孔径的加工方法。扩孔常作为孔的半精加工，也普遍用作铰孔的预加工。

扩孔钻如图 2-31 所示，与麻花钻相比，没有横刃、钻心较粗、刚度好，且刀齿较多（3~4 齿），导向性好，切削平稳。

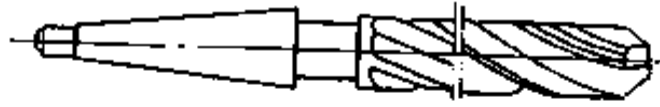


图 2-31 扩孔钻

11. 什么叫铰孔？常用铰钻有哪几种？

答：孔口表面用铰削方法加工平底或锥形沉孔称为铰孔，铰孔工作如图 2-32 所示。

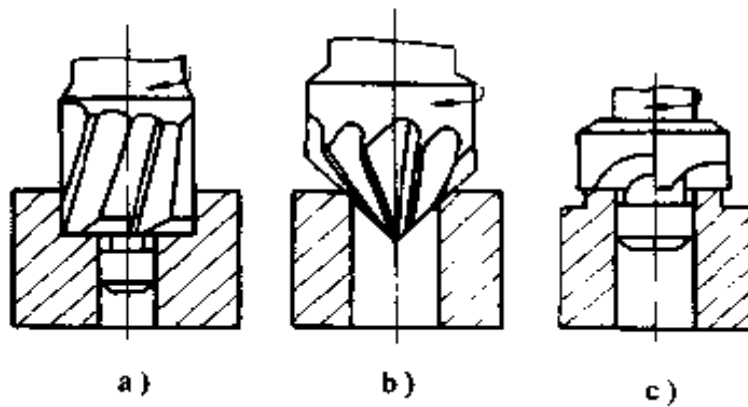


图 2-32 铰孔工作

a) 铰圆柱形沉孔 b) 铰锥形沉孔 c) 铰凸台平面

铰孔工具常采用铰钻，有以下几种：

(1) 柱形铰钻 如图 2-33 所示，主要用于铰圆柱形沉孔。用麻花钻改制的柱形铰钻如图 2-34 所示。

(2) 锥形铰钻 如图 2-35 所示，主要用于铰锥形沉孔。锥形铰钻的锥角（ 2ϕ ）按工件锥形沉孔的锥角不同，有 60° 、 75° 、 90° 及 120° 四种，其中 90° 用得最多。

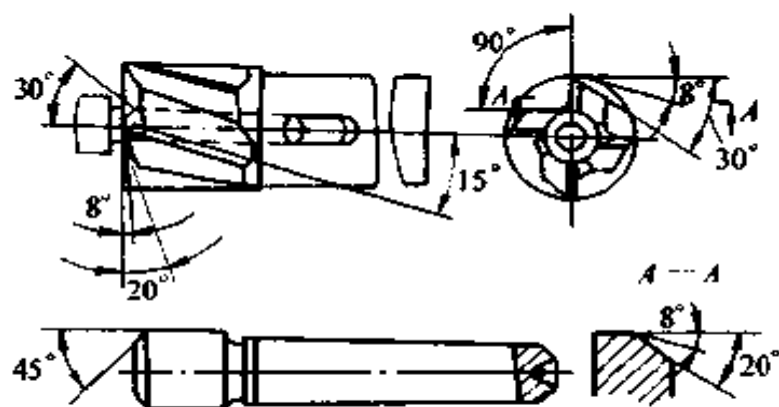


图 2-33 柱形铤钻

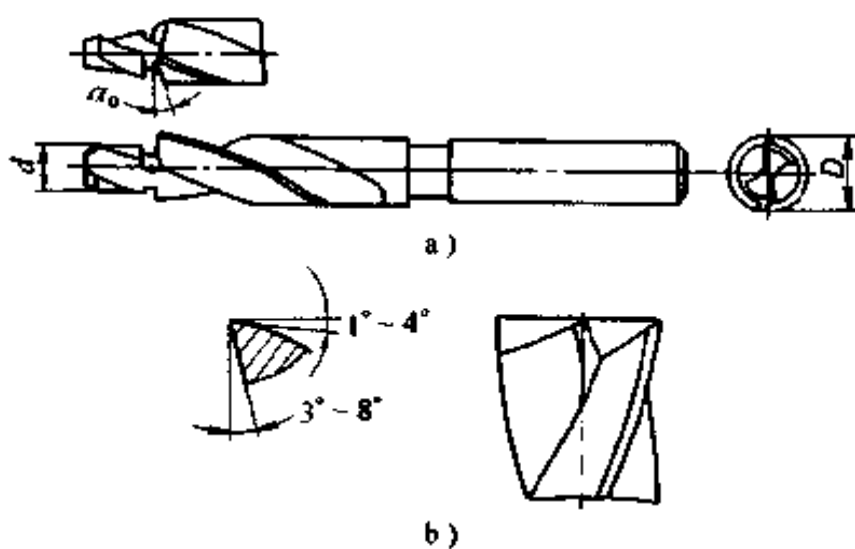


图 2-34 用麻花钻改制的柱形铤钻

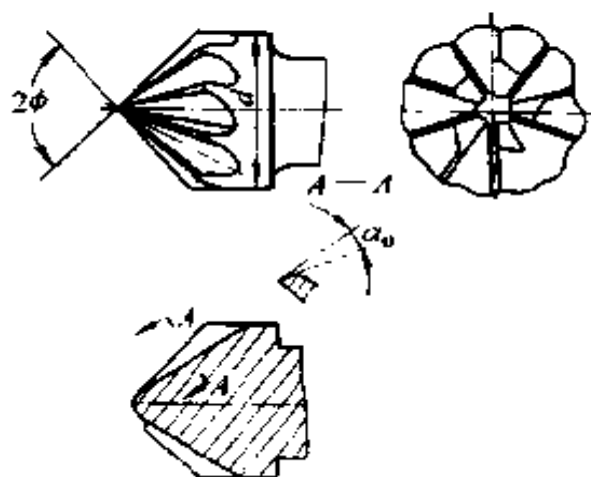


图 2-35 锥形铤钻

(3) 端面铤钻 简单的端面铤钻如图 2-36 所示, 刀片由高速钢刀条磨成, 装入刀杆后用螺钉紧固。多齿端面铤钻如图 2-37 所示。

(4) 薄板上铤大孔的套料工具 如图 2-38 所示。

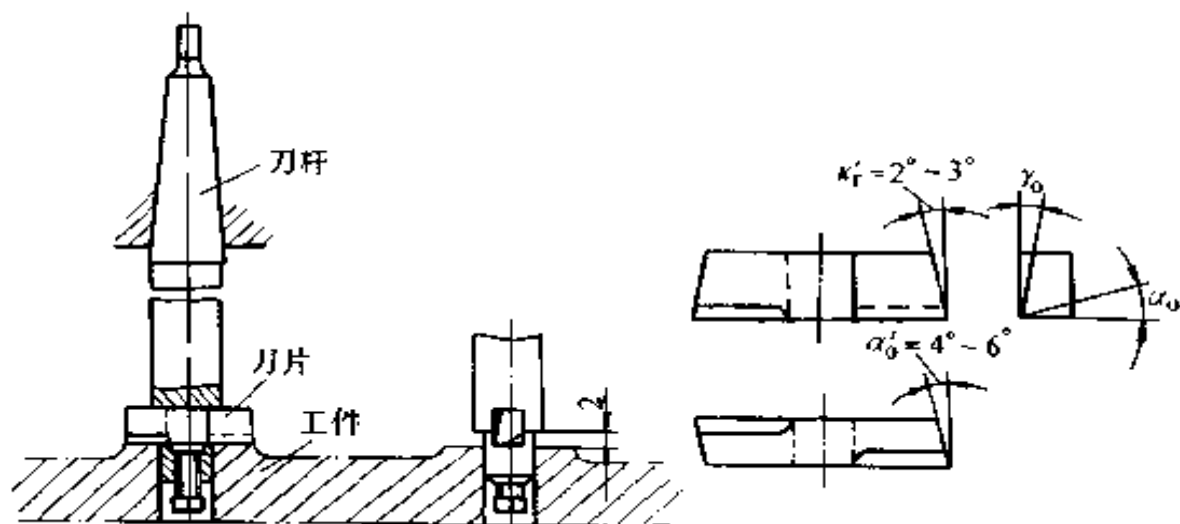


图 2-36 端面铤钻

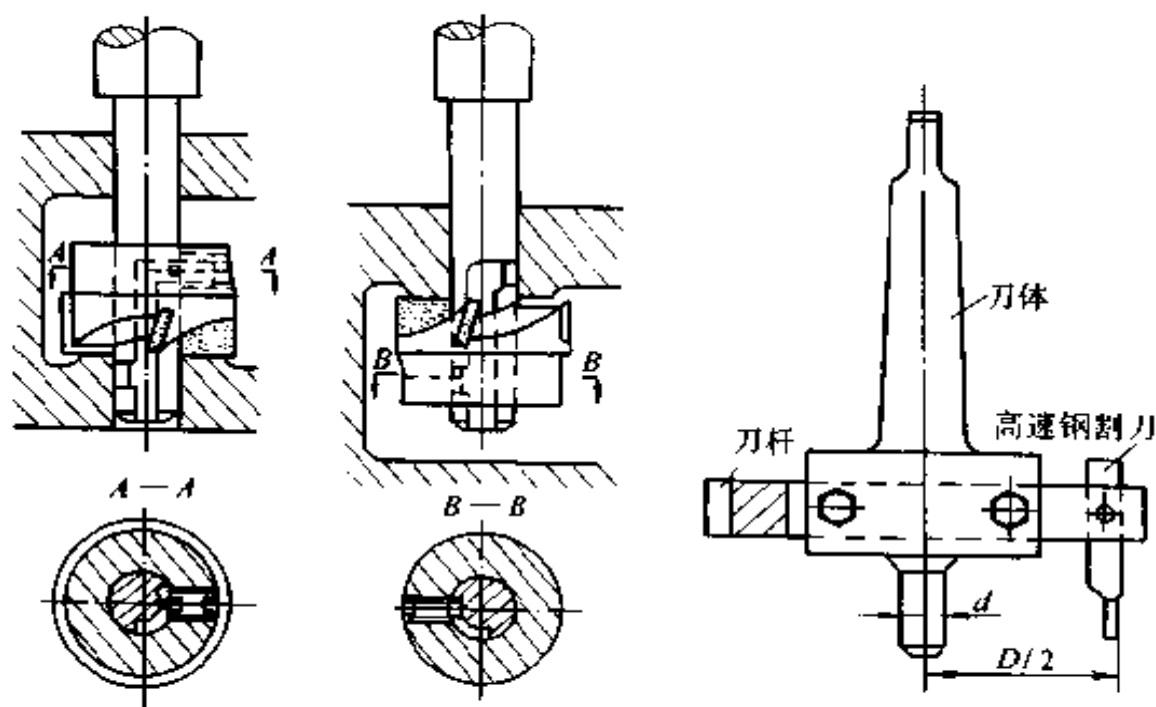


图 2-37 多齿端面铤钻

图 2-38 在薄板上铤大孔用的套料工具

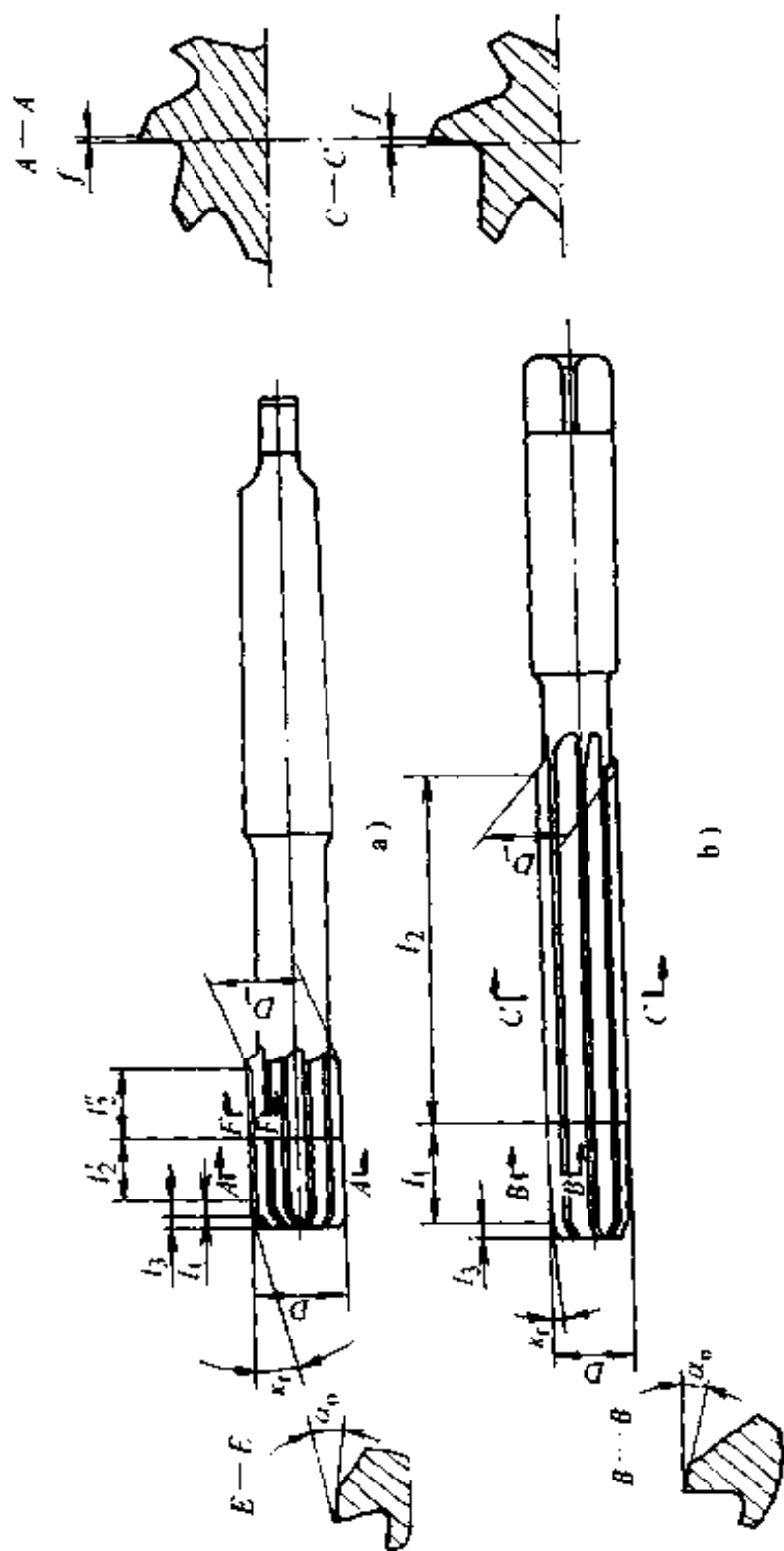


图 2-39 铰刀
a) 机铰刀 b) 手铰刀

12. 什么叫铰孔？钳工常用的铰刀有哪几种？

答：铰孔是用铰刀从工件孔壁上切除微量金属层，以提高其尺寸精度和表面质量的加工方法。

铰刀的种类很多，钳工常用的有以下几种：

(1) 整体式圆柱机铰刀和手铰刀 如图 2-39 所示，由工作部分、颈部和柄部三个部分组成。硬质合金机铰刀如图 2-40 所示。

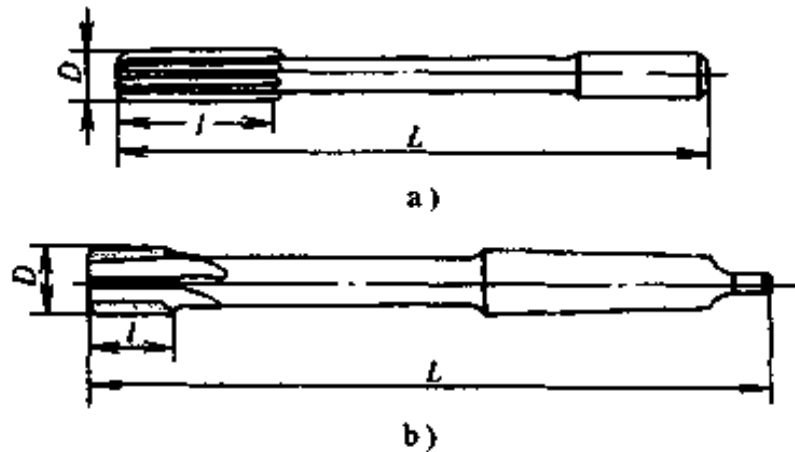


图 2-40 硬质合金机铰刀

a) 直柄铰刀 b) 锥柄铰刀

(2) 可调节的手铰刀（活络铰刀） 如图 2-41 所示。

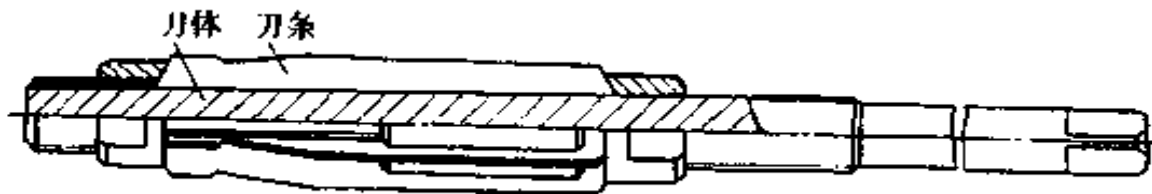


图 2-41 可调节手铰刀

(3) 螺旋槽手铰刀 如图 2-42 所示。

(4) 锥铰刀 用以铰削圆锥孔，如图 2-43 所示。

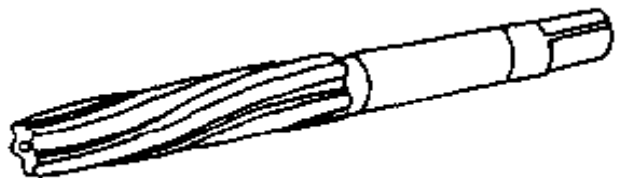


图 2-42 螺旋槽手铰刀

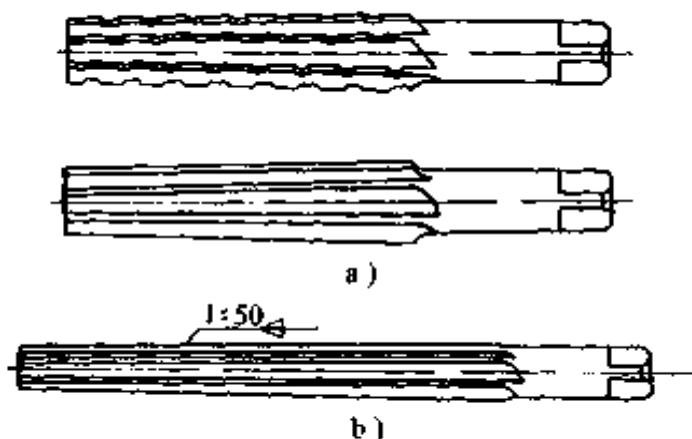


图 2-43 锥铰刀

13. 钳工常用的螺纹加工工具有哪些?

答：钳工常用的螺纹加工方法有两种：用丝锥加工工件的内螺纹称为攻螺纹；用板牙或螺纹切头加工工件的外螺纹称为套螺纹。

(1) 攻螺纹工具

1) 丝锥。是加工内螺纹的工具，有手用丝锥和机用丝锥，并有左旋和右旋、粗牙和细牙之分。丝锥的构造如图 2-44 所示。

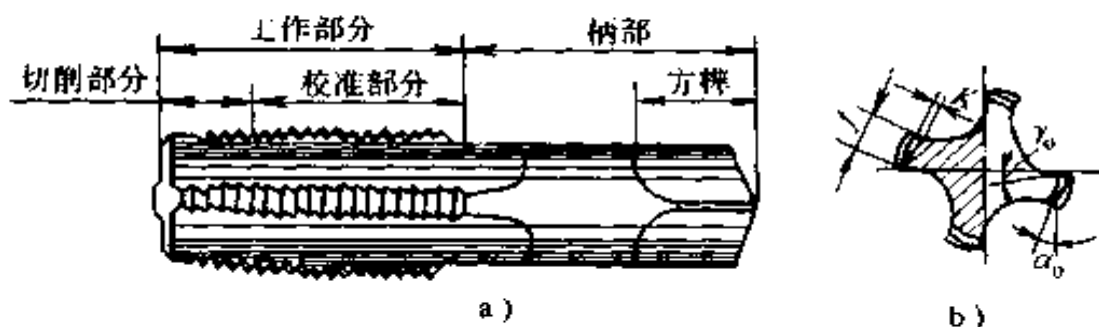


图 2-44 丝锥

a) 外形 b) 切削部分和校准部分的角度

2) 绞杠。手用丝锥攻螺纹时一定要用绞杠。绞杠有普通绞杠（见图 2-45）和丁字形绞杠（见图 2-46）两种。

3) 保险夹头。在钻床上攻螺纹时，通常用保险夹头来夹持丝锥，以免在丝锥负荷过大或攻制不通螺孔到达孔底时，产生丝锥折断或损坏工件等现象。

(2) 套螺纹工具

1) 圆板牙及其绞杠。板牙是加工外螺纹的工具。圆

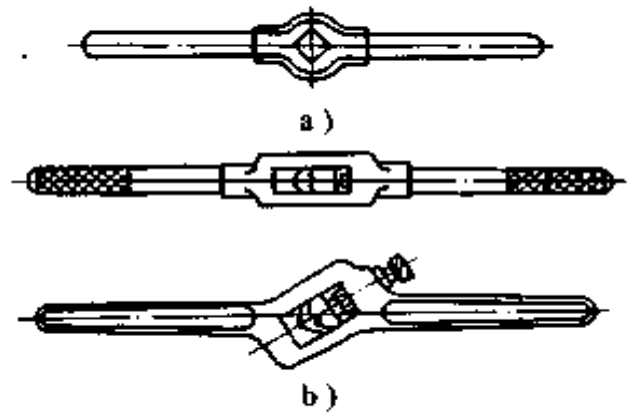


图 2-45 普通绞杠
a) 固定绞杠 b) 活绞杠

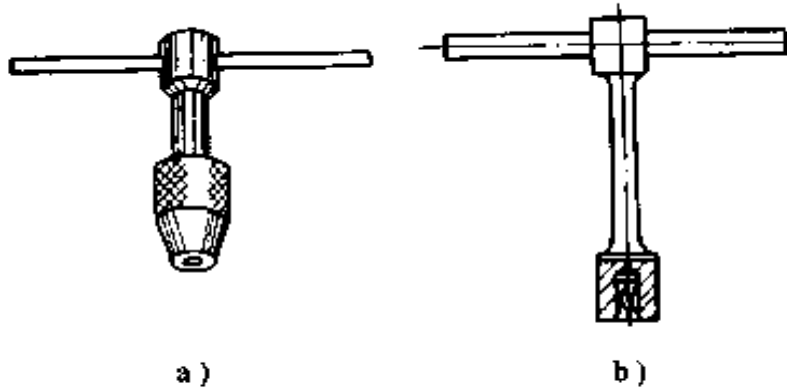


图 2-46 丁字形绞杠

a) 丁字形活绞杠 b) 丁字形固定绞杠

板牙（见图 2-47）就象一个圆螺母，只是在它上面钻有几个排屑孔并形成刃口。

M3.5 以上的圆板牙，其外圆上有四个紧定螺钉坑和一条 V 形槽。图中下面两个螺钉坑其轴线通过板牙中心，它是用来将板牙固定在绞杠中传递转矩的（靠板牙绞

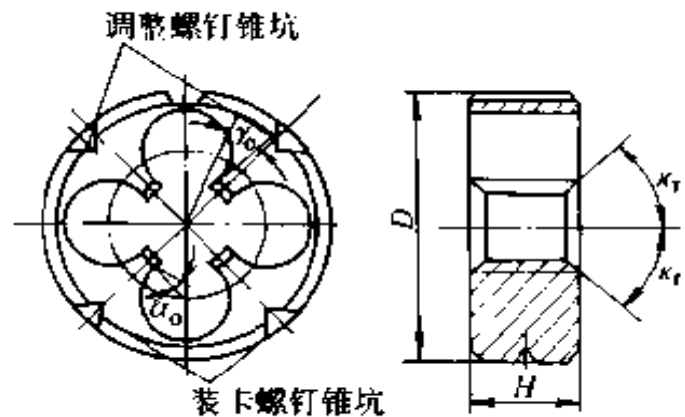


图 2-47 圆板牙

杠上的两个紧定螺钉带动圆板牙旋转)。圆板牙绞杠如图 2-48 所示。

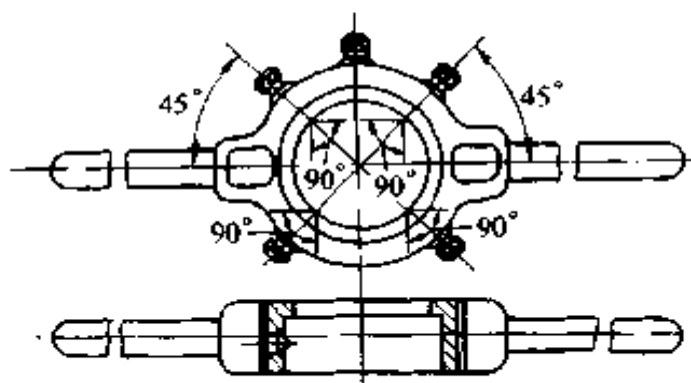


图 2-48 圆板牙绞杠

2) 管螺纹板牙。非螺纹密封的管螺纹板牙的结构与圆板牙相似。用螺纹密封的管螺纹板牙的基本结构也与圆板牙相仿，只是在单面制成切削锥，只能单面使用，如图 2-49 所示。

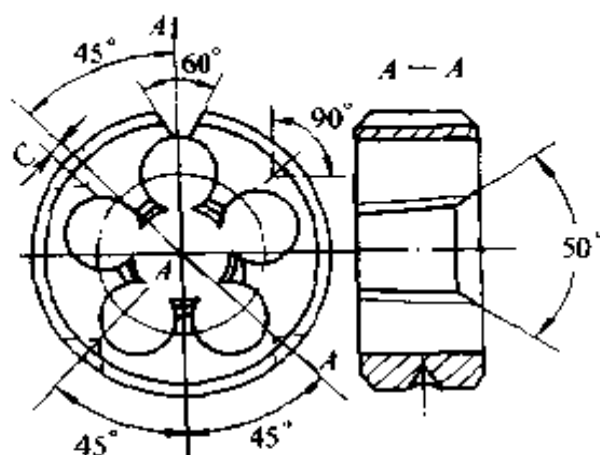


图 2-49 用螺纹密封的管螺纹板牙

14. 什么叫刮削？钳工刮削常用工具有哪些？

答：用刮刀刮除工件表面薄层的加工方法称为刮削。刮削加工属于精加工。

钳工刮削常用工具有：

(1) 校准工具 校准工具是用来研磨接触点和检验刮削面精确性的工具，也称研具。常用的有以下几种：

1) 标准平板。用来检查较宽的平面，它的结构和形状如图 2-50 所示。

2) 检验平尺。用来检验狭长的平面，它的形状如图 2-51 所示。图 2-51a 是桥形平尺，用来检验机床导轨面的直线度误差；图 2-51b 是工形平尺，有单面和双面两种。

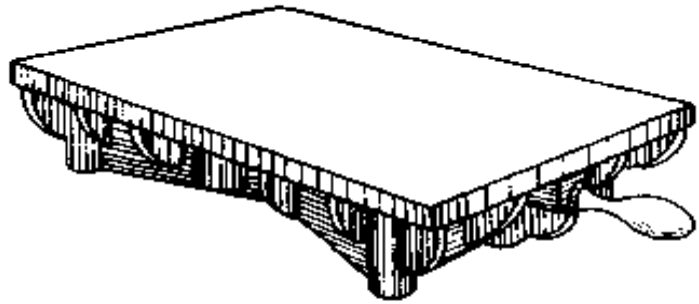


图 2-50 平板的结构和形状

3) 角度平尺。用来检验两个刮削面成角度的组合平面，如燕尾导轨面。其形状如图 2-51c 所示，有 55° 、 60° 等。

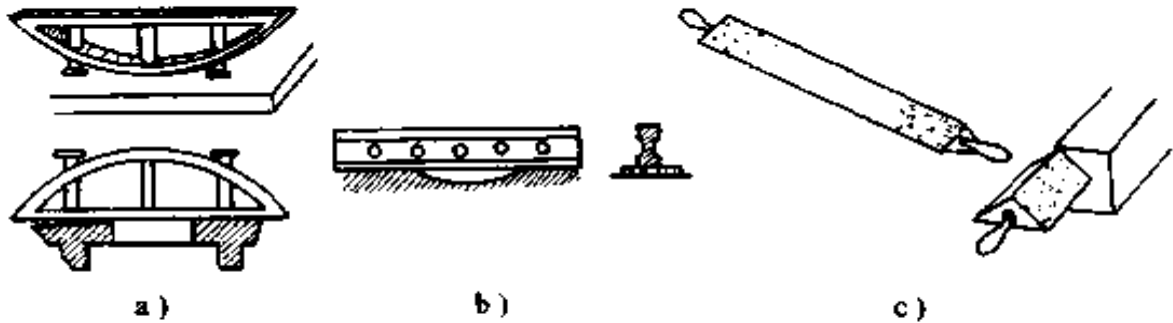


图 2-51 检验平尺和角度平尺

a) 桥形平尺 b) 工形平尺 c) 角度平尺

(2) 刮刀 刮刀是刮削工作中的主要工具，要求刀头部分具有足够的强度，刃口必须锋利。

根据不同的刮削表面，刮刀可分为平面刮刀和曲面刮刀两大类：

1) 平面刮刀。如图 2-52 所示，主要用来刮削平面，如平板、平面导轨、工作台等，也可用来刮削

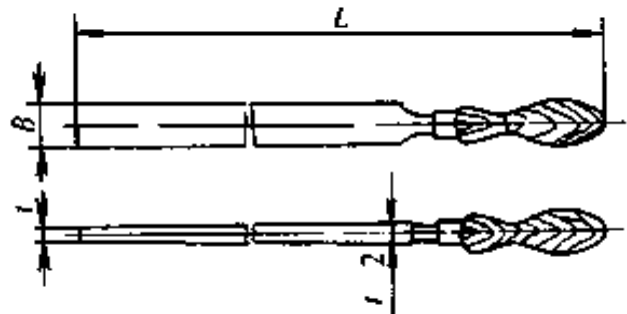


图 2-52 平面刮刀

外曲面。按所刮表面精度要求不同，可分为粗刮刀、细刮刀和精刮刀三种。

2) 曲面刮刀。主要用来刮削内曲面，如滑动轴承内孔等。曲面刮刀有多种形状，如三角刮刀和蛇头刮刀等，其形状如图 2-53 所示。

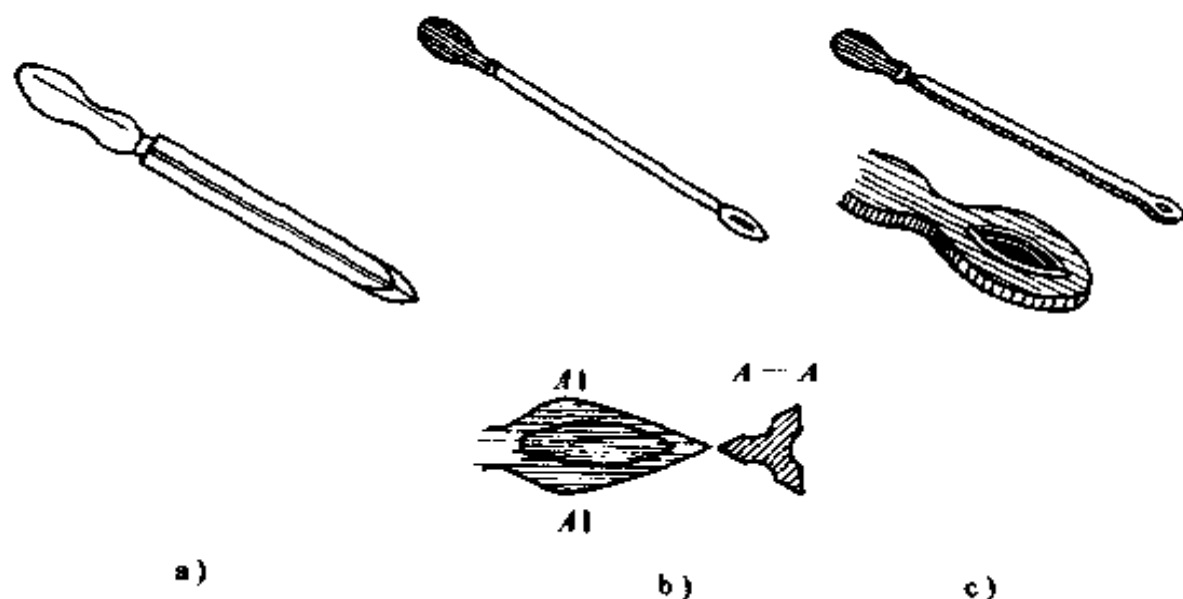


图 2-53 曲面刮刀形状
a)、b) 三角刮刀 c) 蛇头刮刀

15. 什么叫研磨？钳工常用的研磨工具有哪些？

答：用研磨工具和研磨剂，从工件上研去一层极薄表层的精加工方法，称为研磨。

研磨分手工研磨和机械研磨两种，钳工常用手工研磨。其研磨工具如下：

(1) 研具材料 灰铸铁、球墨铸铁是两种常用的研具材料，除此之外，对一些特殊的研磨对象，还有采用软钢、铜、巴氏合金和铅等来制作研具。

(2) 研具类型

1) 研磨平板。主要用于研磨平面，如量块、精密量具的平面等。它分有槽的和光滑的两种，如图 2-54 所示。

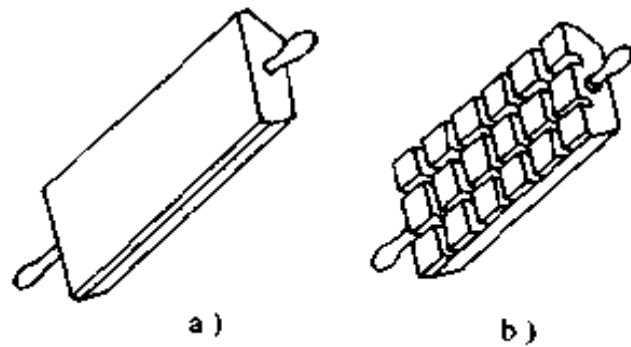


图 2-54 研磨平板

a) 光滑平板 b) 有槽平板

2) 研套。在车床或钻床上对工件外圆柱表面进行研磨时采用研套。研套的内径应比工件的外径略大 $0.025 \sim 0.05\text{mm}$ 。研套的形状做成如图 2-55 所示的可调节式。研套的长度一般为孔径的 $1 \sim 2$ 倍。

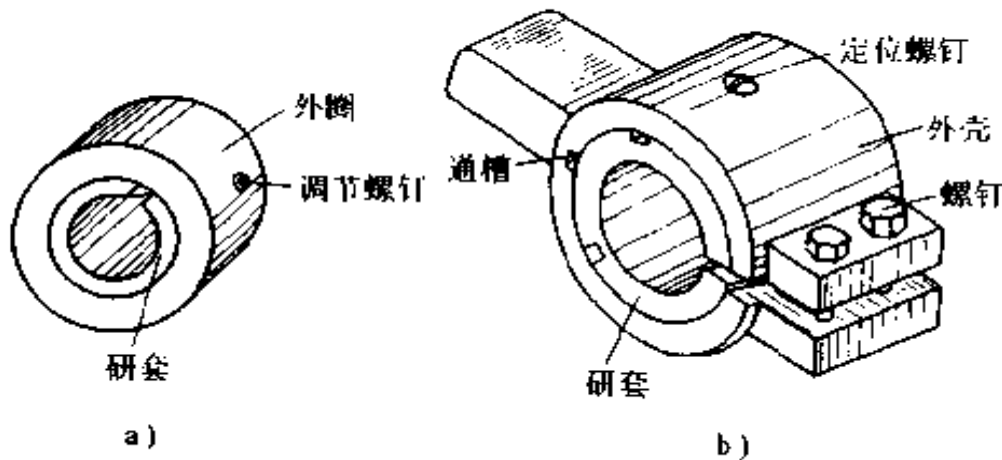


图 2-55 研套

3) 研棒。主要用于研磨工件内圆柱表面。研磨时，将工件套在研棒上进行，研棒的外径应较工件内径小 $0.01 \sim 0.025\text{mm}$ 。研棒的形式一般有如图 2-56 所示的固定式和可调节式两种。

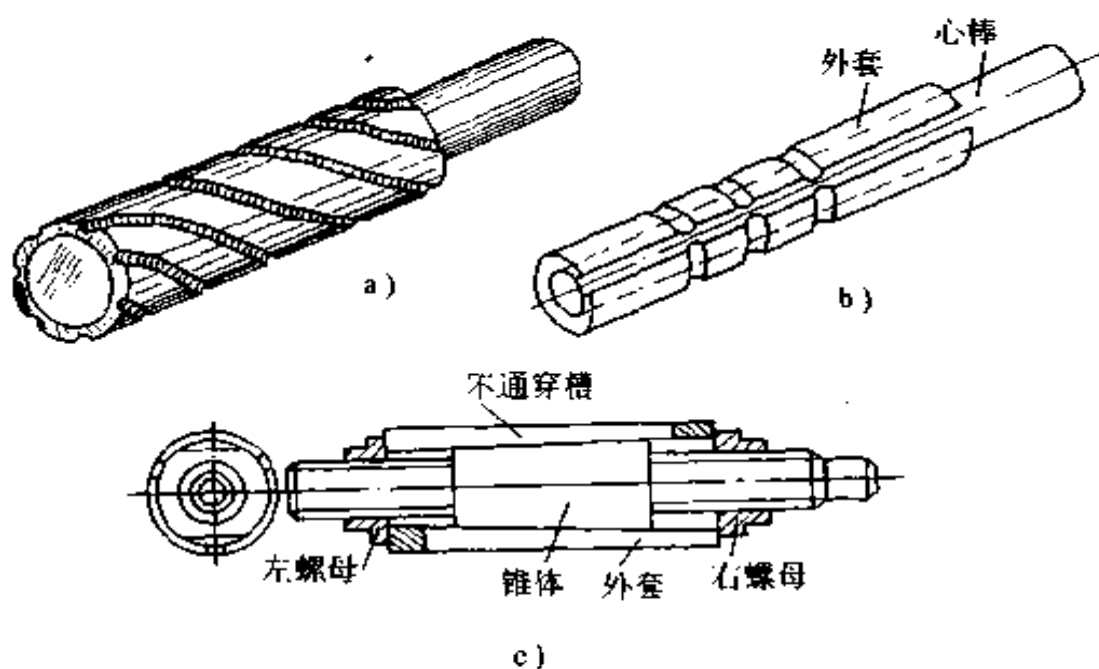


图 2-56 研棒形式

a) 固定式 b)、c) 可调式

4) 圆锥面研棒。主要用于带圆锥孔工件的研磨。其结构如图 2-57 所示，有固定式和可调节式两种。

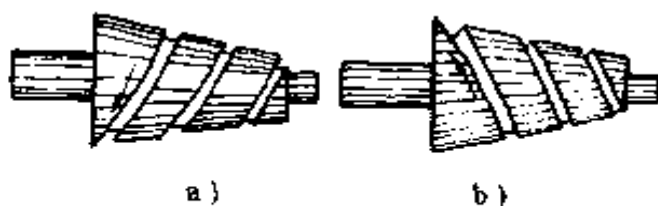


图 2-57 圆锥面研棒

16. 模具钳工常用的电动工具有哪些？

答：模具钳工常用的电动工具有：

(1) 手电钻 如图 2-58 所示，手电钻是一种手提式电动工具。在大型夹具和模具装配中，当受工件形状或加工部位的限制不能用钻床钻孔时，则可使用手电钻加工。

(2) 电磨头 如图 2-59 所示，电磨头属于高速磨削工具。它适用于大型工、夹、模具的装配调整中，对各种形状复杂的工件进行修磨或抛光；装上不同形状的小砂轮，还可修整模具各种凸凹模的成型面，当用布轮代替砂轮使用时，

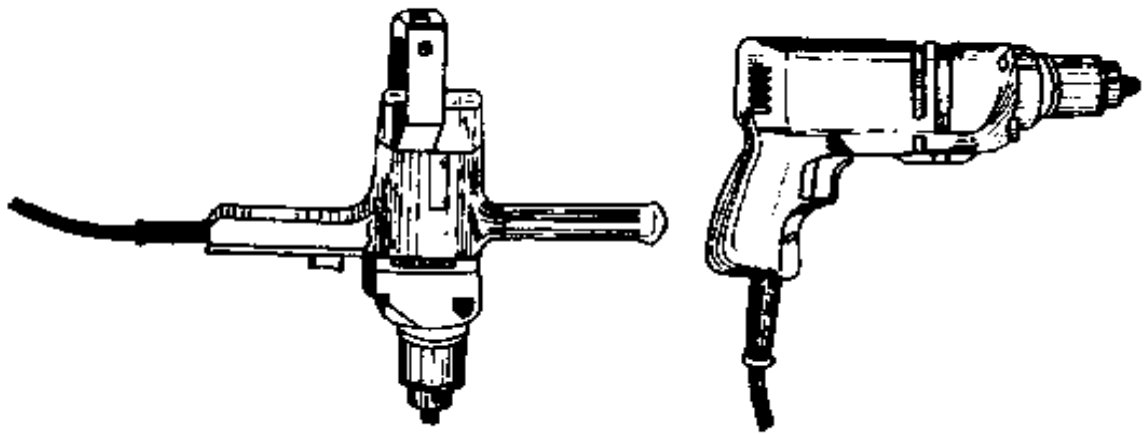


图 2-58 手电钻

则可进行抛光作业。

(3) 电剪刀 如图 2-60 所示, 电剪刀使用灵活、携带方便, 能用来剪切各种几何形状的金属板材。用电剪刀剪切后的板材, 具有板面平整、变形小、质量好的优点。因此它也是对各种复杂的大型板材进行落料加工的主要工具之一。

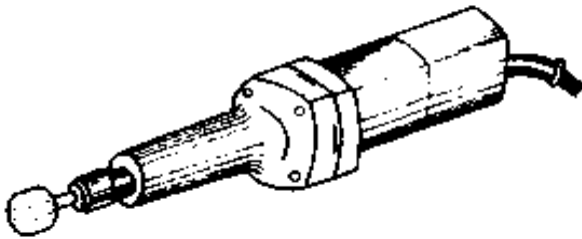


图 2-59 电磨头

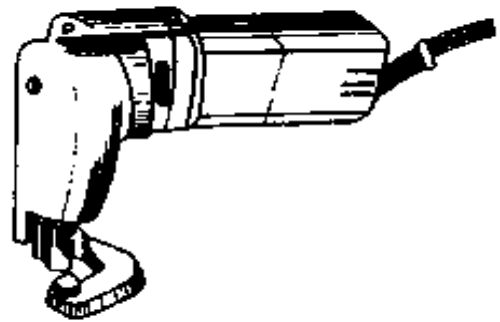


图 2-60 电剪刀

17. 模具装配和维修过程中螺纹联接的装拆工具有哪些?

答: 螺纹联接在模具装配中占有很大的比重。由于螺栓、螺柱和螺钉的种类繁多, 螺纹联接的装拆工具也很多。使用时, 应根据具体情况合理选用:

(1) 旋具 又称螺丝刀或起子, 它是用来旋紧或松开头

部带沟槽的螺钉。常用的旋具有：

1) 一字旋具。如图 2-61 所示为一字旋具，它由柄部 1、刀体 2 和刃口 3 组成，它以刀体部分的长度表示其规格。

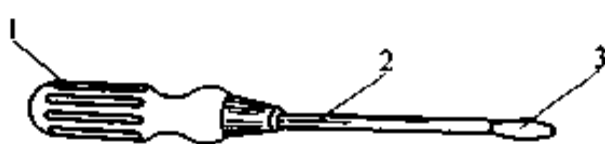


图 2-61 一字旋具

1—柄部 2—刀体 3—刃口

2) 其他旋具。图 2-62a 为弯头旋具，两头各有一个刃口，互成垂直位置，适用于螺钉头部受到限制的场所。图 2-62b 所示为十字旋具，主要用来旋紧头部带十字槽的螺钉。图 2-62c 为快速旋具，工作时推压手柄，使螺旋杆通过来福孔而转动，可以快速拧紧或松开小螺钉，提高装拆速度。

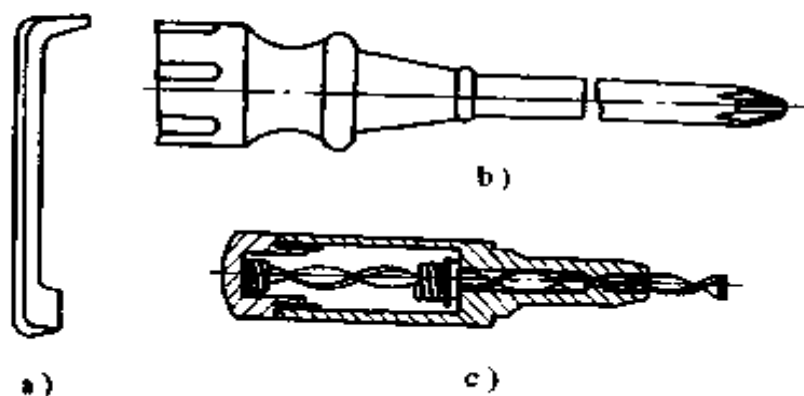


图 2-62 其它旋具

a) 弯头旋具 b) 十字旋具 c) 快速旋具

(2) 扳手 扳手是用来旋紧（或松开）六角形、正方形螺钉或各种螺母的。扳手分以下几类：

1) 通用扳手。也叫活扳手，如图 2-63 所示。它由扳身体和固定钳口、活动钳口及螺

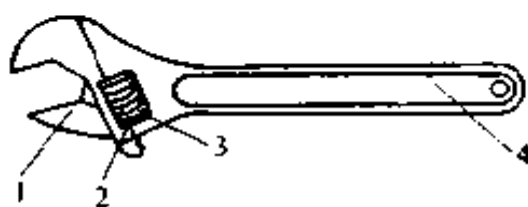


图 2-63 活扳手

1—活动钳口 2—固定钳口
3—螺杆 4—扳身体

杆组成。

2) 专用扳手。专用扳手只能扳一个尺寸的螺母或螺钉，根据其用途的不同可分为：

①呆扳手。也称开口扳手，用于装拆六角形或方头的螺母或螺钉，有单头和双头之分。如图 2-64 所示。

②整体扳手。可分为正方形、六角形、十二角形（梅花扳手）等，如图 2-65 所示。

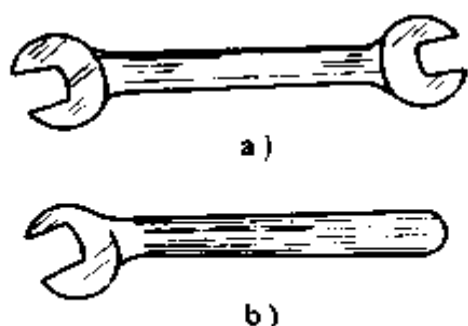


图 2-64 呆扳手
a) 双头 b) 单头

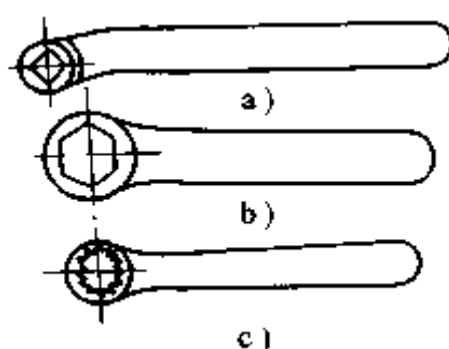


图 2-65 整体扳手
a) 方形扳手 b) 六方扳手 c) 梅花扳手

③套筒扳手。它由一套尺寸不等的梅花套筒组成，如图 2-66 所示。使用时，扳手柄方榫插入梅花套筒的方孔内，弓形手柄能连续地转动，使用方便，工作效率较高。

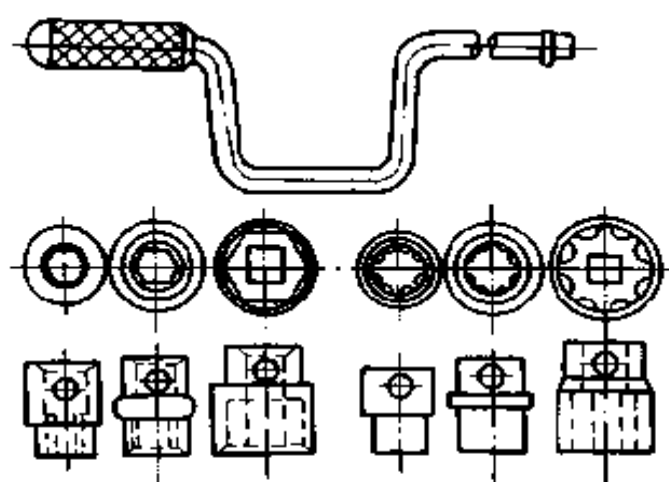


图 2-66 成套的套筒扳手

④钳形扳手。专门用来锁紧各种圆螺母用的，其结构多种多样，常用的如图 2-67 所示。

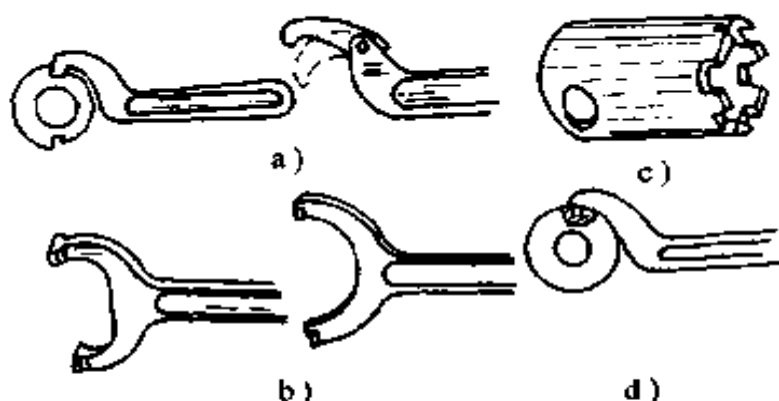


图 2-67 钳形扳手

a) 钩头钳形扳手 b) U形钳形扳手 c) 冕形钳形扳手 d) 销头钳形扳手

⑤内六角扳手。如图 2-68 所示，用于装拆内六角螺钉。成套的内六角扳手，可供装拆 M4 ~ M40 的内六角螺钉使用。

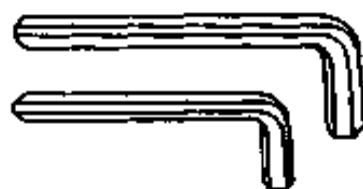


图 2-68 内六角扳手

3) 特种扳手。是根据某些特殊要求而制造的。如图 2-69 所示是棘轮扳手，它使用方便，效率较高。

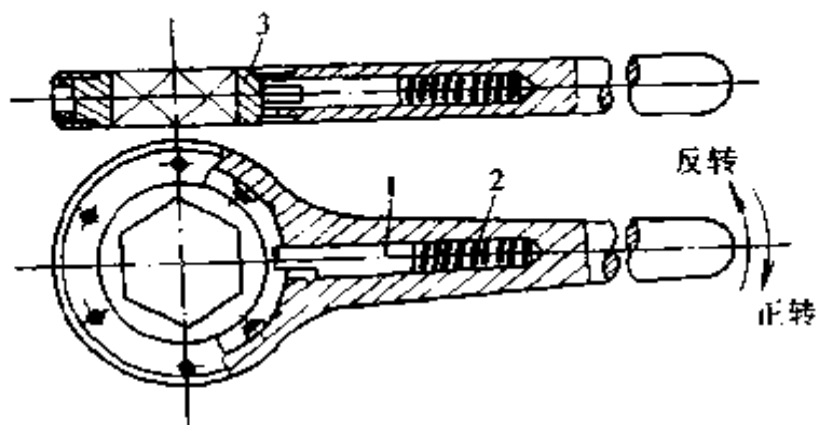


图 2-69 棘轮扳手

1—棘爪 2—弹簧 3—内六角套筒

(3) 专用工具 钳工装配维修还采用专用工具，如指针式扭力扳手（见图 2-70）、装拆双头螺柱工具（见图 2-71）等。

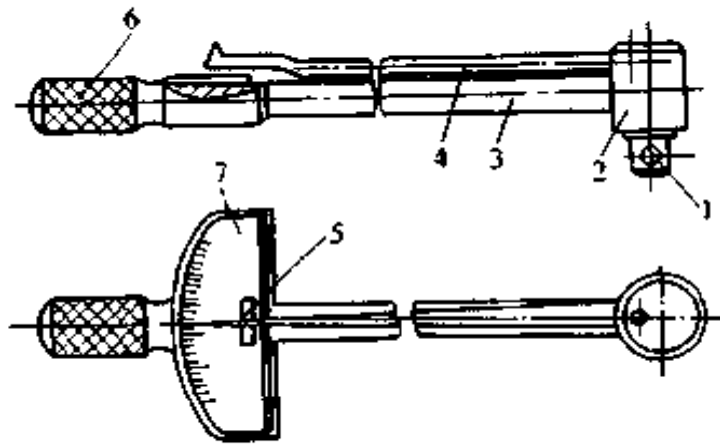


图 2-70 指针式扭力扳手

1—钢球 2—柱体 3—弹性扳手柄 4—长指针
5—指针尖 6—手柄 7—刻度盘

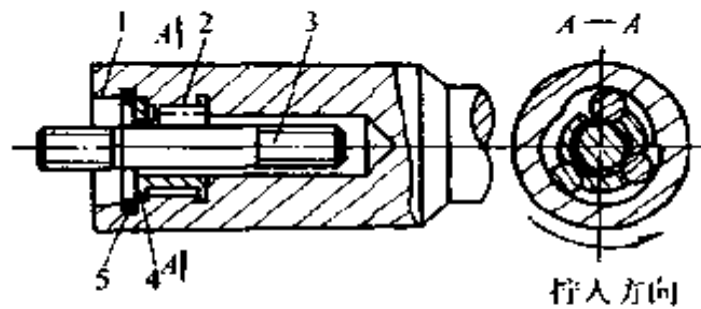


图 2-71 双头螺柱拧入工具

1—工具体 2—滚柱 3—双头螺柱 4—限位套 5—挡圈

18. 模具装配中常用销联接的装拆工具有哪些？

答：销联接的主要作用是定位、联接或锁定零件，有时还可作为安全装置中的过载剪断元件。模具装配中销联接的主要作用是定位和联接。

(1) 圆柱销的装配 圆柱销一般依靠过盈固定在孔中，用以定位和联接。一般被联接件的两孔应同时钻、铰，并使孔壁表面粗糙度值不高于 $R_a 1.6\mu\text{m}$ 以保证联接质量。在装配时，应在销钉表面涂机油，用铜锤（铜棒）将销钉轻轻打入。圆柱销不宜多次装拆，否则会降低定位精度和联接的紧固程度。

(2) 圆锥销的装配 圆锥销装配时，两联接件的销孔也应一起钻、铰。钻孔时按圆锥销小头直径选用钻头（圆锥销以小头直径和长度表示规格），用 1:50 锥度的铰刀铰孔。铰孔时，用试装法控制孔径，以圆锥销自由地插入全长的 80% ~ 85% 为宜，如图 2-72 所示。然后，用手锤敲入，销子的大头可稍微露出，或与被联接件表面平齐。

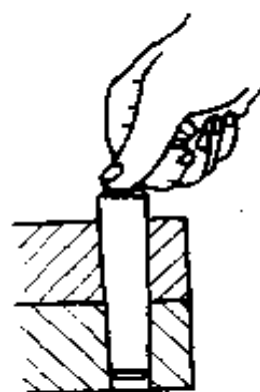


图 2-72 圆锥销自由放入深度

拆卸普通圆柱销和圆锥销时，可从小头（圆锥销）向外敲出。有螺尾的圆锥销可用螺母旋出，如图 2-73 所示；拆卸带内螺纹的圆柱销和圆锥销时，可用拔销器拔出，如图 2-74 所示。

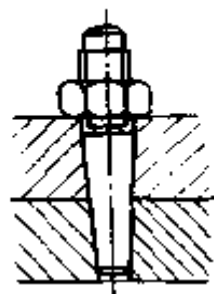
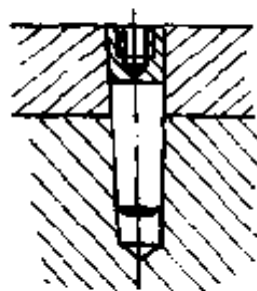


图 2-73 带螺尾圆锥销的拆卸



a)



b)

图 2-74 带内螺纹圆锥销的拆卸

a) 内螺纹圆锥销联接 b) 拔销器

19. 模具装配中过盈联接的装配方法及常用工具设备有哪些？

答：过盈联接是通过包容件（孔）和被包容件（轴）配

合后的过盈值达到紧固联接的。过盈联接一般属于不可拆联接；近年来由于采用液压套合法装配，其可拆性日益增强。

过盈联接的装配方法及工具设备如下：

(1) 圆柱面过盈联接的装配

1) 压入法。当过盈量及配合尺寸较小时，一般采用在常温下压入装配，常用压入法和工具设备如图 2-75 所示。

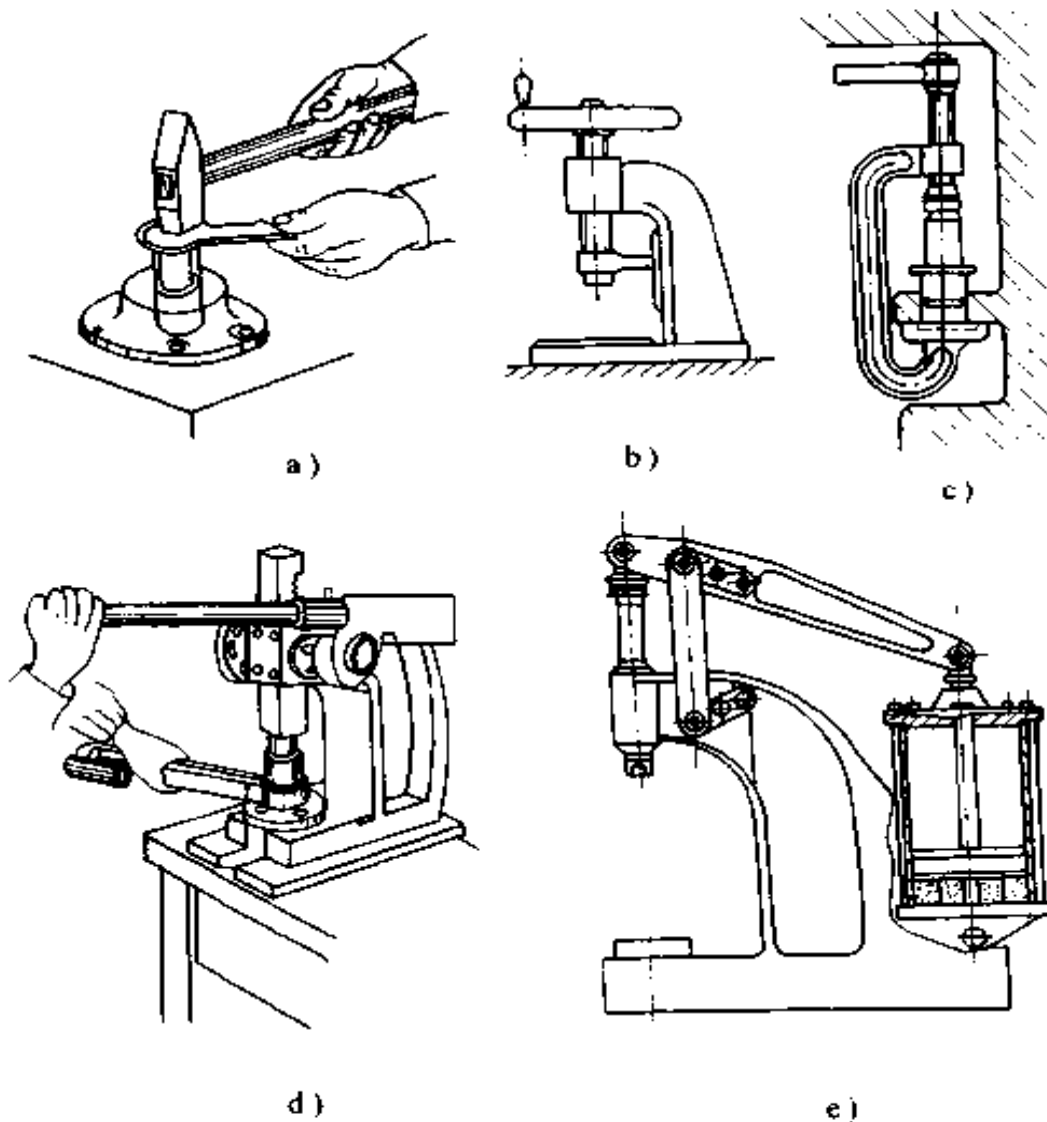


图 2-75 压入法和工具设备

- a) 手锤和垫块 b) 螺旋压力机 c) C 形夹头
d) 齿条压力机 e) 气动杠杆压力机

2) 热套法。

3) 冷缩法。

(2) 圆锥面过盈联接的装配

圆锥面过盈联接是利用轴和孔产生相对轴向位移互相压紧而获得过盈联接的，常用的装配方法有如下两种：

1) 螺母压紧形成圆锥面过盈联接。

2) 液压装拆圆锥面过盈联接。常用液压套合装置如图 2-76 所示，使用时，液压油使压力机活塞向上移产生轴向力，将轴、锥套和齿轮压紧。

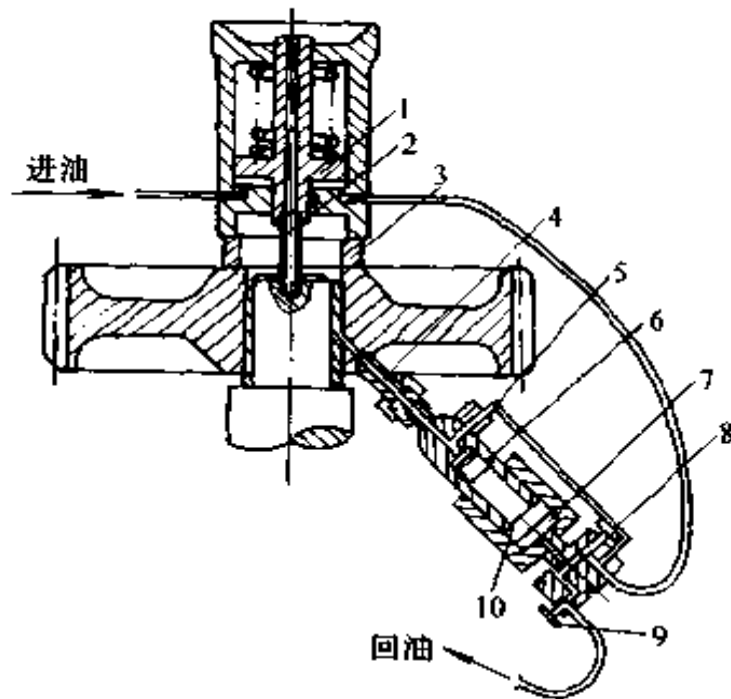


图 2-76 液压套合装置

1—压力机活塞 2—拉紧螺钉 3—垫圈 4—接头 5—高压单向阀

6—高压腔 7—低压腔 8—进油截止阀

9—回油截止阀 10—增压活塞

20. 模具装配常用粘接工具有哪些？

答：模具凸、凹模或导柱、导套采用粘接法固定，操作

简便，且具有足够的强度。例如采用无机粘接法，胶粘剂用氧化铜粉和磷酸溶液配成，粘接力强，主要适用于封闭式（如轴与套的结合）及半封闭式（如槽与键的结合），不可用于平面对接和搭接。

粘接所用工具一般包括 $100\text{mm} \times 140\text{mm}$ （厚度为 3mm ）的铜板，以及滴管、铜勺、刷子和装有胶木手把的铜刮片等，如图 2-77 所示。

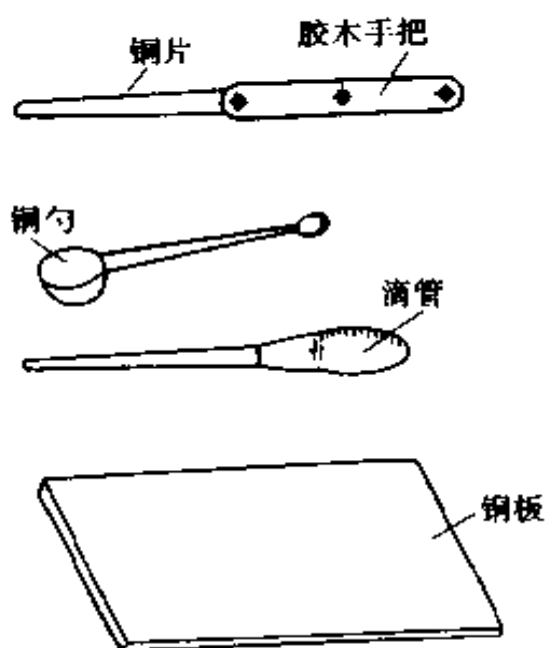


图 2-77 粘接工具

21. 手工装配模具常用工具有哪些？

答：手工装配模具常用的工具分通用和专用两类。

通用工具有扳手、六角扳手、夹板或对模、千斤顶等。如图 2-78 所示是平行夹板，用于夹紧上、下模部分零件，进行钻、铰加工。如图 2-79 所示是千斤顶工作图例，用于

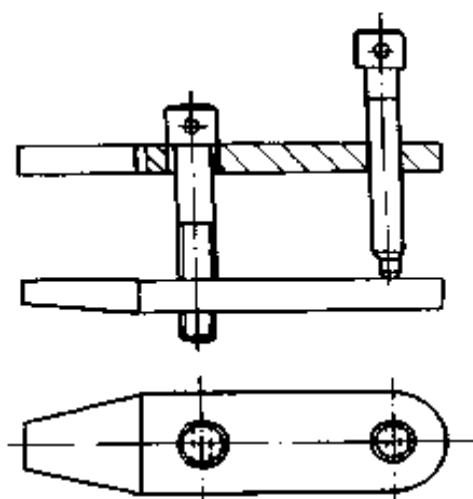


图 2-78 平行夹板

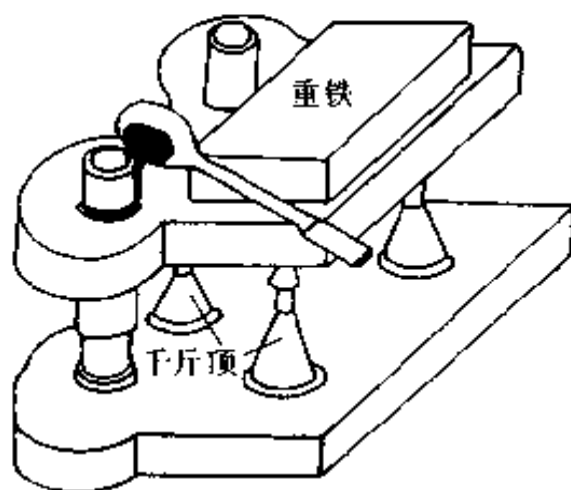


图 2-79 千斤顶工作图例

装配模架，特别是粘接上模座导套时经常使用。在模具对口、调整间隙过程中，用它控制凸模的下降深度，可起保护刃口的作用。

专用工具常用的有组合圈、撬杠等。图 2-80 所示是组合圈，用于凸模上圆周均布的冲模中（如电动机转子或定子冲模）多个凸模以凸凹模型孔定位，将凸模粘接在凸模固定板中时，可用组合圈将其紧固在凸凹模型孔中。图 2-81 所示撬杠是钳工在模具装配时用于将闭合的上、下模打开，或在中小型模具制造修理中用于模具的对口。

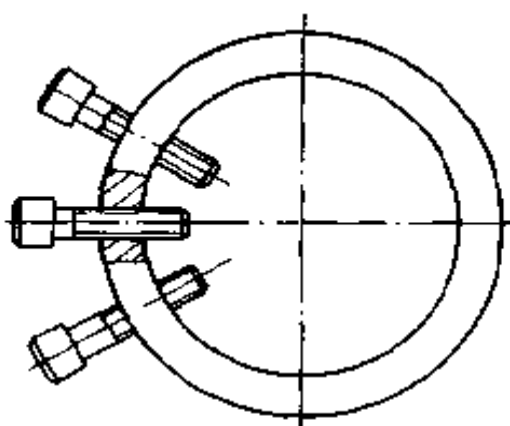


图 2-80 组合圈



图 2-81 撬杠

22. 模具机械装配常用设备有哪些？

答：模具机械装配常用设备有固定式和移动式两种。大型固定式模具装配机（模具翻转机）对大型模具、级进模和复合模的装配可显示出较大的优越性，它不仅提高了模具的装配精度、装配质量，还可缩短模具制造周期，减轻劳动强度。移动式模具装配机主要是为解决小型精密冲模的装配机械化，并为提高装配质量而设计制造的。移动式模具装配机的结构如图 2-82 所示，它能完成模具装配过程中的找正、定位、调整、试模等工作，装配调试完毕，可以直接在本机上进行试冲（试冲力为 100kN），发现问题可以再调整，直到符合要求。该装配机不配备钻孔设备，其结构为开放式，模具钳工可以在其四周任何一面进行工作，便于装模和修配。

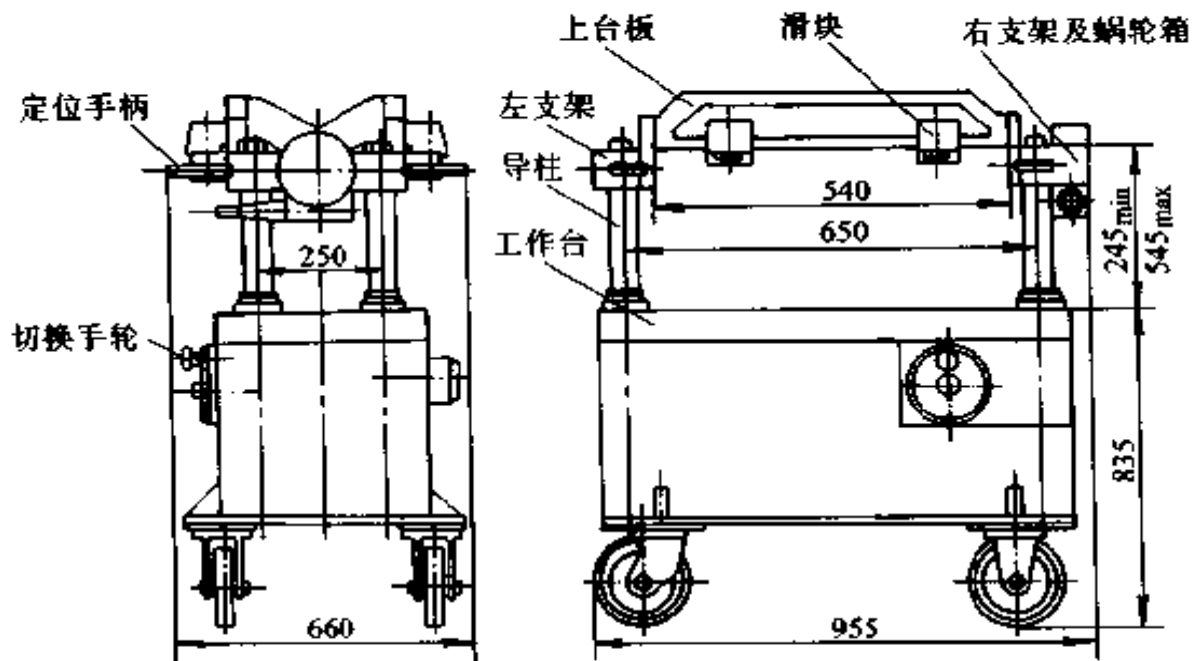


图 2-82 移动式模具装配机

23. 模具零部件线性尺寸常用测量量具有哪些?

答: 模具线性尺寸包括模具组件及零部件的长、宽、高, 零件的外径、内径、台阶高、孔深、孔距等。常用测量量具有如下几类:

(1) 游标卡尺 如图 2-83 所示是两种常用游标卡尺的

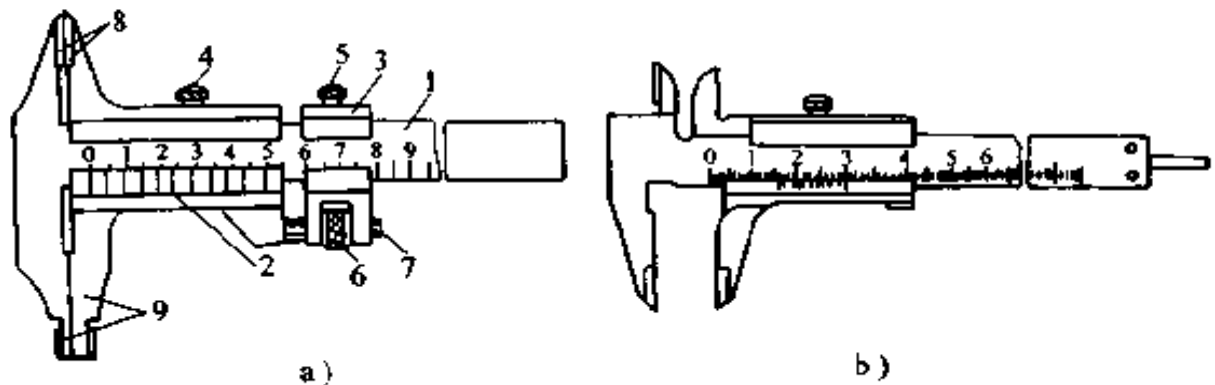


图 2-83 游标卡尺

a) 可微动调节的游标卡尺 b) 带测深杆的游标卡尺

1—尺身 2—游标 3—辅助游标 4、5—锁紧螺钉 6—微动螺母

7—小螺杆 8—上量爪 9—下量爪

结构形式。

(2) 电子数显卡尺 根据传感器的不同可分为光栅式和容栅式两大类, 图 2-84 所示为 DI-C-150 型光栅式电子数显卡尺的外形。

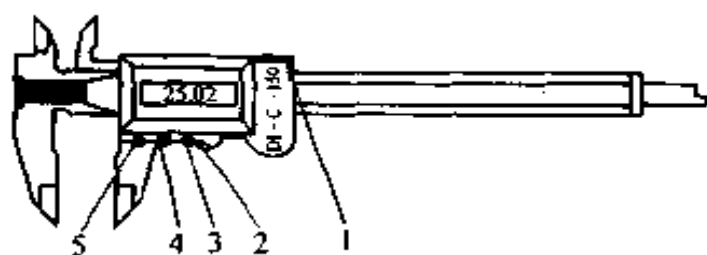


图 2-84 DI-C-150 型光栅式电子卡尺

1—电池盖 2—置零键 3—保持键 4—米制英制转换键 5—启动键

(3) 千分尺 又叫分厘卡, 是一种精密量具。常用的千分尺的结构如图 2-85 所示; 内径千分尺外形如图 2-86 所示,

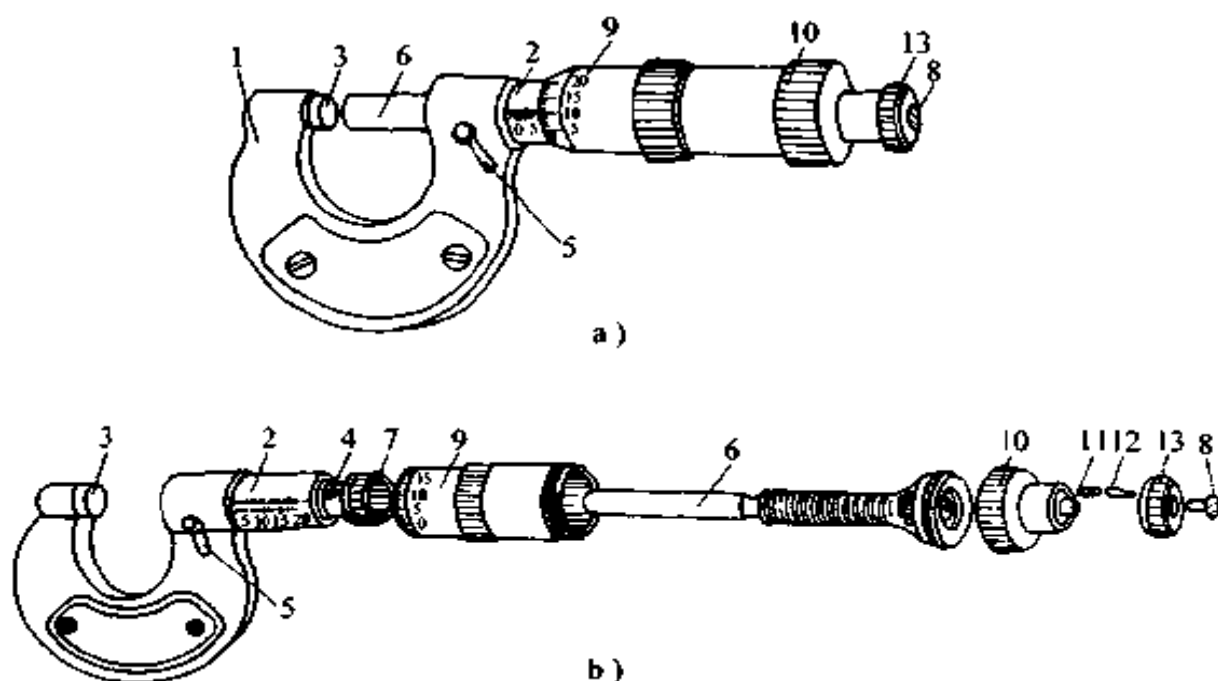


图 2-85 千分尺的结构

1—尺架 2—固定套管 3—砧座 4—轴套 5—锁紧手柄 6—测微螺杆
7—衬套 8—螺钉 9—微分筒 10—罩壳 11—弹簧 12—棘爪销 13—棘轮

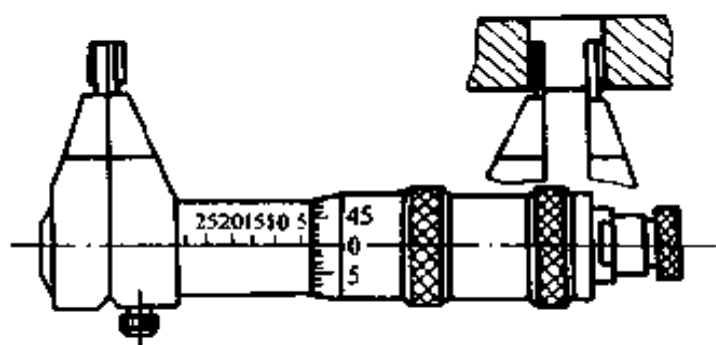


图 2-86 内径千分尺

用来测量内径及槽宽等；深度千分尺外形如图 2-87 所示，用来测量工件台阶高度或槽和孔的深度；螺纹千分尺如图 2-88 所示，用来测量螺纹的中径；壁厚千分尺如图 2-89 所示，用来精密测量套类工件的壁厚，尖头千分尺如图 2-90 所示；是用来测量普通千分尺不能测量的小沟槽；公法线千分尺如图 2-91 所示，是用来测量齿轮的公法线长度。

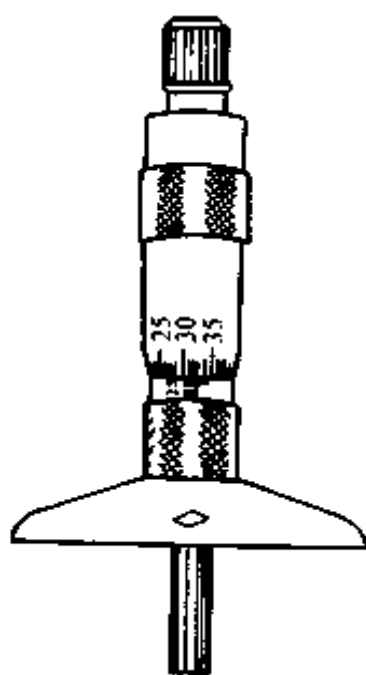


图 2-87 深度千分尺

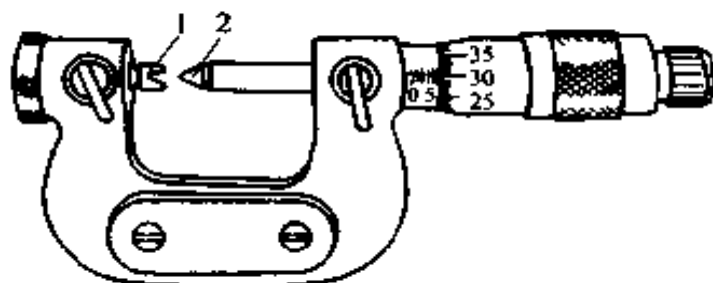


图 2-88 螺纹千分尺

1、2—可调换测量头

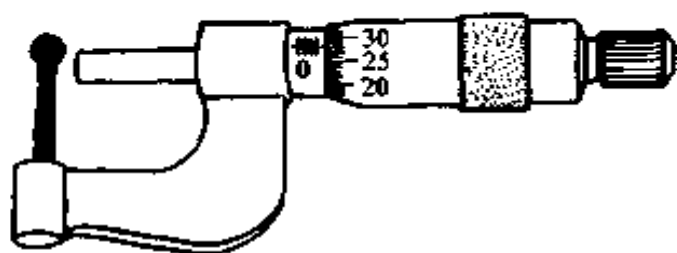


图 2-89 壁厚千分尺

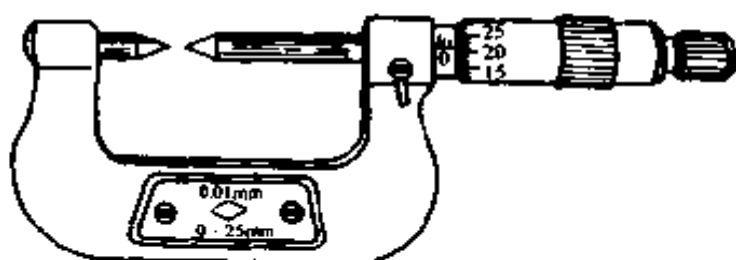


图 2-90 尖头千分尺

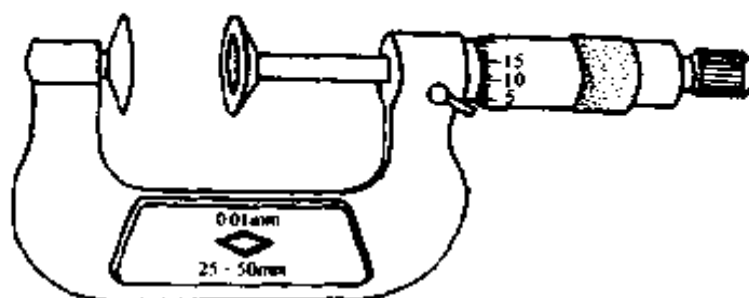


图 2-91 公法线千分尺

24. 模具零部件角度和锥度常用测量量具有哪些?

答：模具零部件在制造过程中，对某些角度和锥度必须进行检测，常用测量量具如下：

(1) 角度量块 角度量块是一种结构简单的精密角度测量标准的定值量具，它以两个工作面组成一定的工作角。角度量块用 5mm 厚钢板制成，形状有 I 型和 II 型两种（即三角形和四边形），如图 2-92 所示。

(2) 90° 角尺 90° 角尺是检验直角时最常见的角度量具。在安装和调整、维修模具时，可用于检验零部件有关表面的相互垂直度误差。 90° 角尺有如图 2-93 所示六种型式。

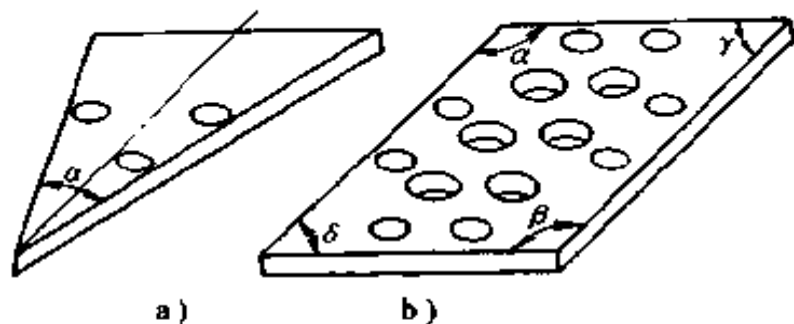


图 2-92 角度量块

a) I型 b) II型

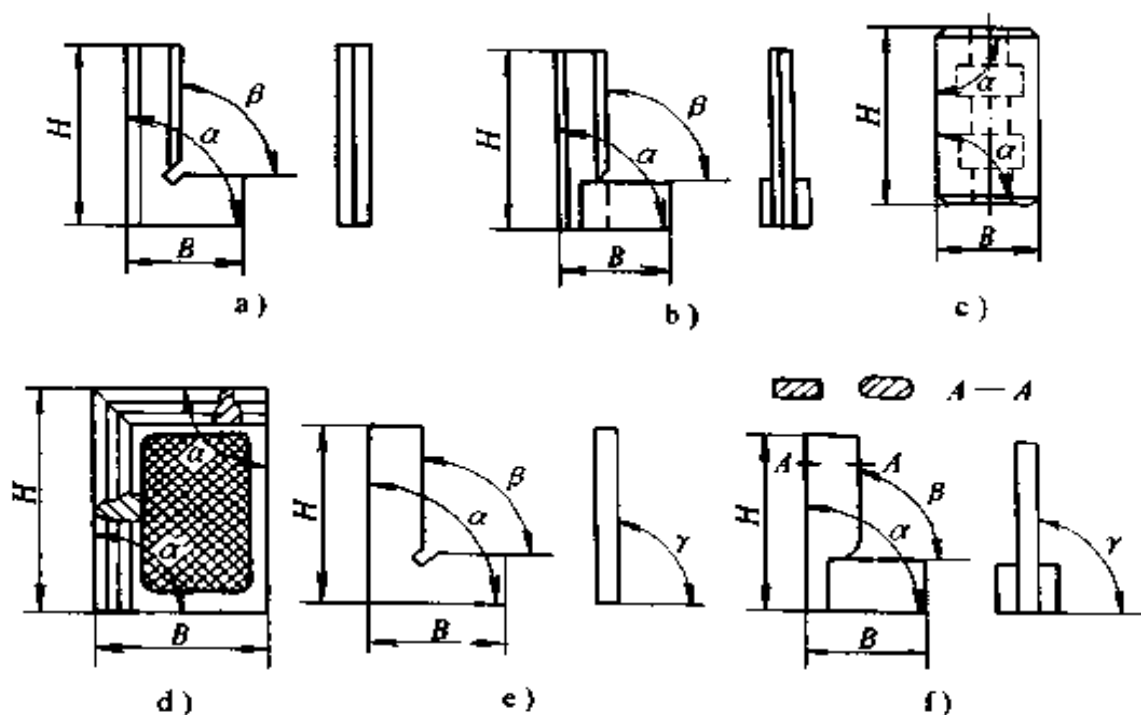


图 2-93 90° 角尺

a) 平样板角尺 b) 宽底座样板角尺 c) 圆柱角尺 d) 整体样板角尺
e) 平角尺 f) 宽底座角尺

(3) 游标万能角度尺 游标万能角度尺又称角度规、万能游标量角器,是一种结构简单、轻便通用的角度量具,常用来测量工件和样板的角度,也用于加工调整时的角度划线。它分为Ⅰ型和Ⅱ型两种,其结构如图 2-94、图 2-95所示。

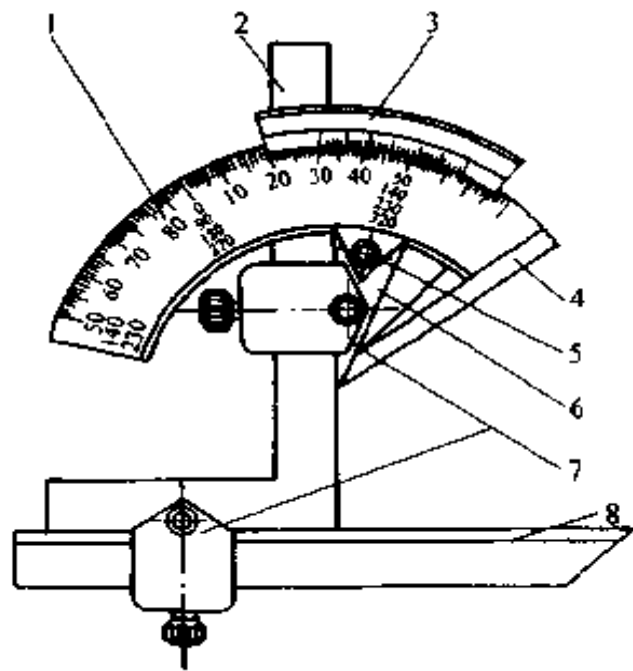


图 2-94 Ⅰ型游标万能角度尺

(4) 圆锥量规 圆锥量规是用于成批生产中检验锥度的工具圆锥,分为圆锥塞规和圆锥环规(套规)。检验内圆锥面用圆锥塞规,检验外圆锥面用圆锥环规。圆锥量规有莫氏圆锥和公制圆锥两种,它们的结构如图 2-96 所示,图 2-96a 为不带扁尾的圆锥量规;图 2-96b 为带扁尾的圆锥量规。

1—尺身 2—直角尺 3—游标 4—基尺
5—制动头 6—扇形板 7—卡块 8—直尺

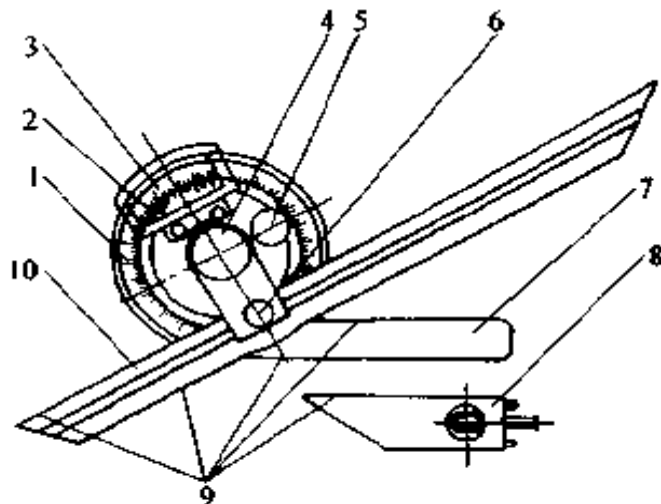


图 2-95 Ⅱ型游标万能角度尺

1—尺身 2—游标 3—放大镜 4—制动头 5—微动装置 6—卡块
7—基尺 8—附加直尺 9—测量面 10—直尺

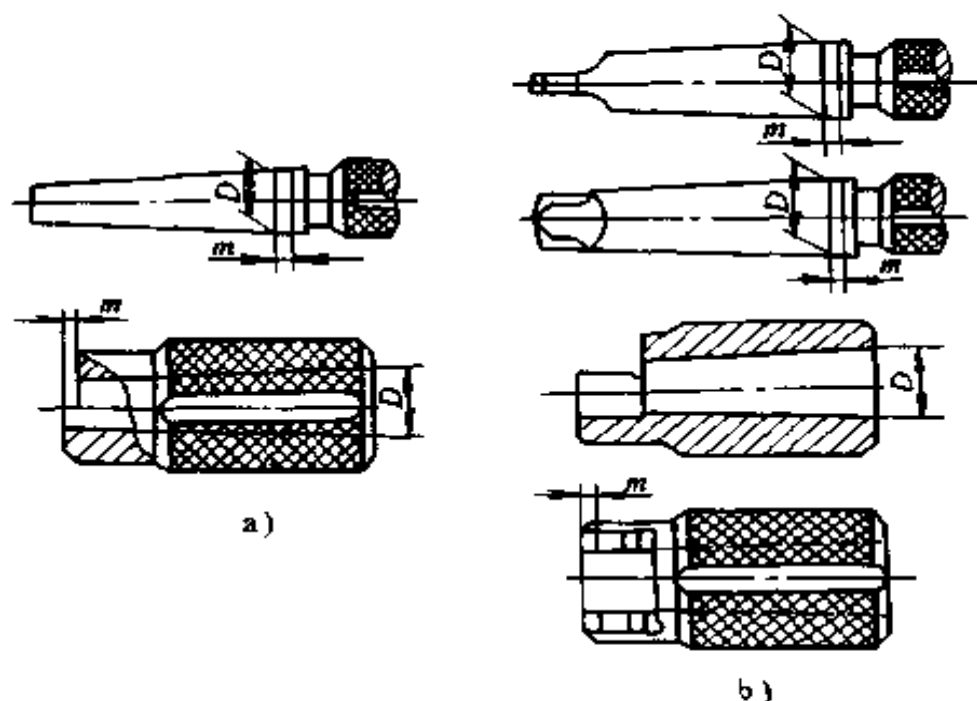


图 2-96 圆锥量规

(5) 正弦规 是用于间接测量角度（或锥度）的量具。正弦规的结构及其测量方法见图 2-97 所示。

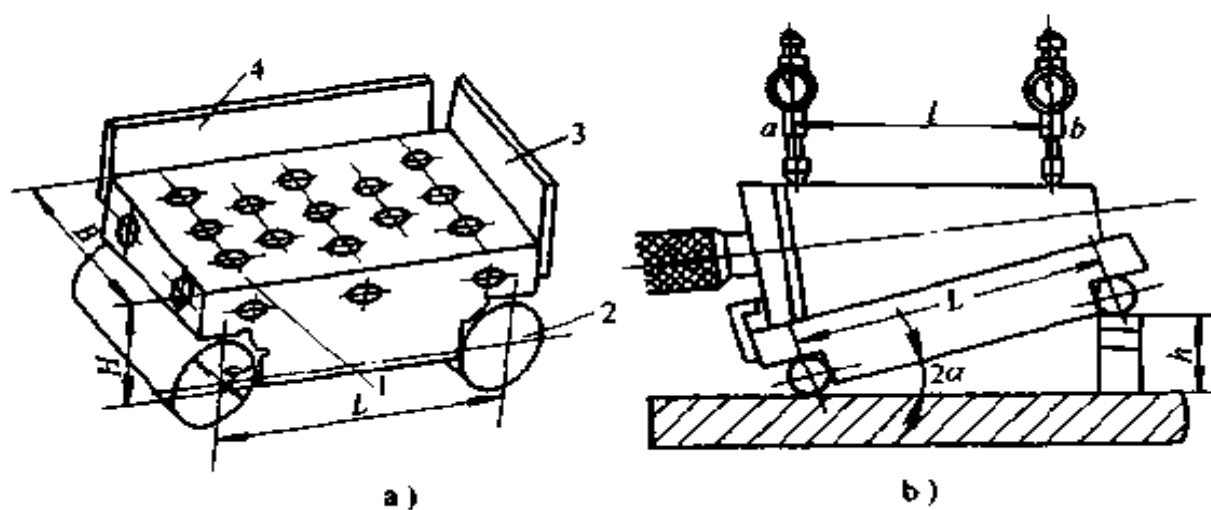


图 2-97 正弦规及其测量方法

a) 正弦规 b) 用正弦规测量圆锥塞规

1—主体工作平面 2—标准圆柱 3—后挡板 4—侧挡板

25. 模具制造和检测中常用的样板有哪几种?

答: 模具制造和检测中常用的样板有如下两大类:

(1) 标准样板 通常只适用于测量模具零件标准化部分的形状和尺寸。如图 2-98 所示, 图 a 为螺纹样板 (又称螺距规); 图 b 为半径样板 (又称半径规)。

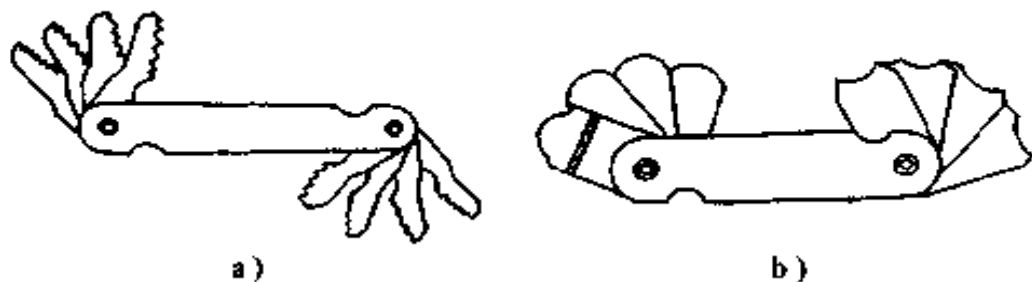


图 2-98 标准样板

a) 螺纹样板 b) 半径样板

(2) 专用样板 根据模具加工和装配要求专门制造的样板。按其用途不同可分为如下几种:

1) 划线样板。如图 2-99 所示, 用于复杂模具或批量生

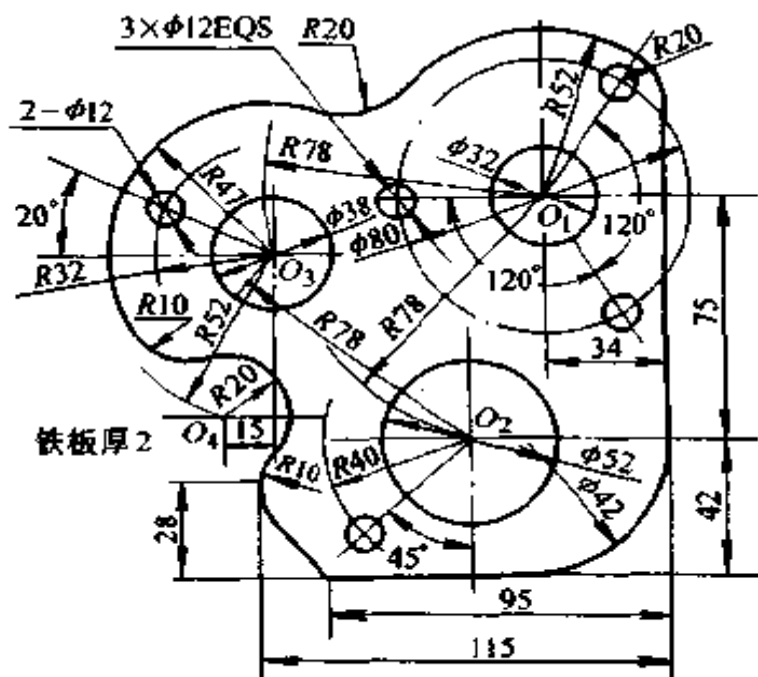


图 2-99 划线样板

产的零件在划线时作为划线依据的样板。

2) 测量样板 (又称工作样板)。是用来测量工件表面轮廓形状和尺寸的样板, 如图 2-100 和图 2-101 所示。

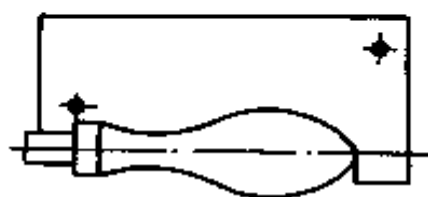


图 2-100 测量样板

3) 校对样板。是用来检测工作样板尺寸、形状的高精度样板, 如图 2-102 所示。它的工作面轮廓形状与工作样板相反 (即与被测量

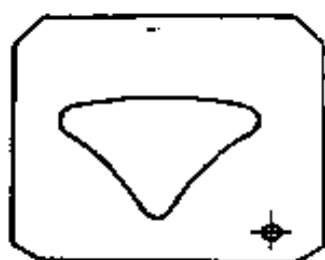


图 2-101 凸模测量样板
工件的轮廓形状相同)。

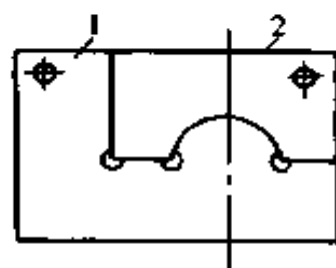


图 2-102 校对样板
1—工作样板 2—校对样板

4) 分型样板 (又称辅助样板)。是用来检查工作样板局部尺寸、形状的高精度样板, 如图 2-103 所示。

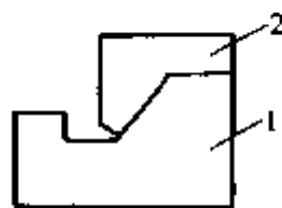


图 2-103 分型样板
1—工作样板 2—分型样板

26. 圆度仪可用于模具零件形位公差哪些项目的检测?

答: 圆度仪基本上有两种形式。一种是转轴式 (传感器旋转), 如图 2-104a 所示; 另一种是转台式 (被测工件随工作台旋转), 如图 2-104b 所示。目前, 圆度仪的精度轴系的回转误差在 $0.2 \sim 0.025 \mu\text{m}$ 范围内, 因此, 测量时有了接近几何圆的理想要素, 与被测实际轮廓相比较 (通过传感器), 测得圆度误差值。

图 2-105 所示是上海机床厂生产的 HYQ-014A 型圆度

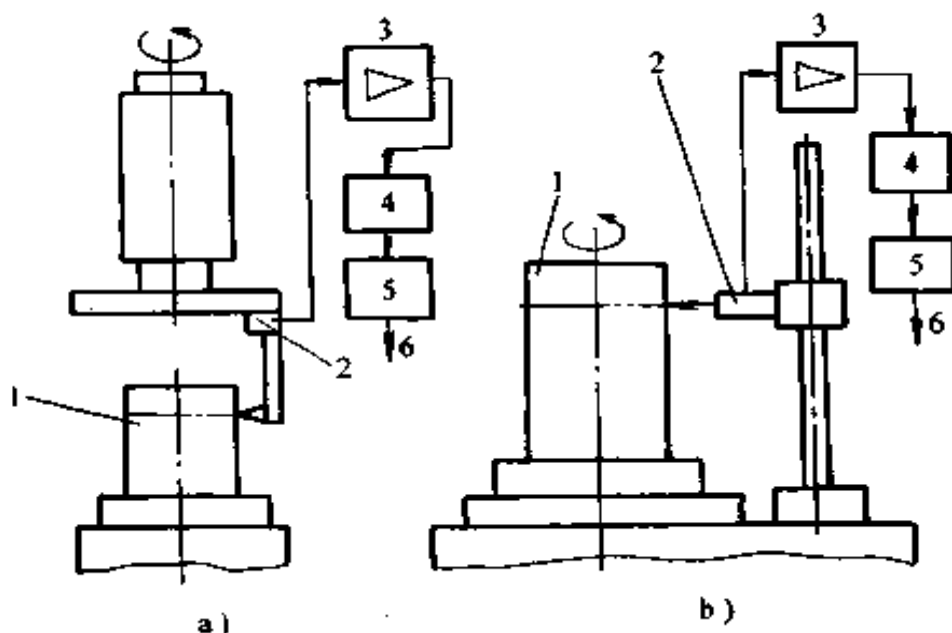


图 2-104 圆度仪示意图

a) 转轴式圆度仪 b) 转台式圆度仪

1—被测工件 2—电感测微仪 3—放大器 4—滤波器 5—计算电路 6—显示

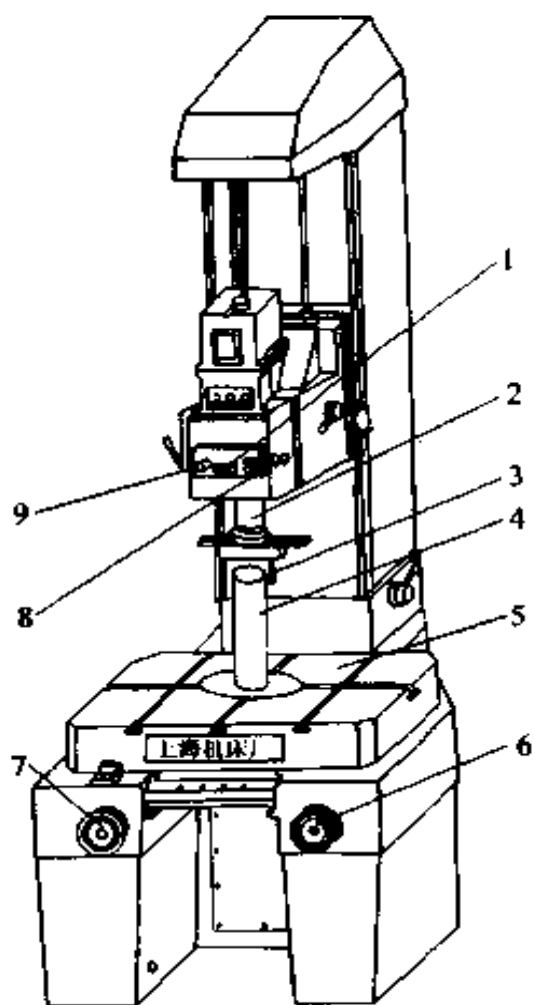


图 2-105 HYQ-014A 圆度仪

1—对心表
 2—主轴
 3—传感器
 4—被测工件
 5—工作台
 6、7—手轮
 8、9—微调手轮

仪，它是传感器转轴式的圆度仪。

圆度仪可用来测模具零件的圆度误差；具有高精度垂直导轨的圆度仪还可直接测得零件的圆柱度误差。这种仪器可对外圆或内孔进行测量，也可测量用其他方式不便检测的零件垂直度和平行度误差。

27. 模具间隙测量仪有什么作用？

答：在冲模装配过程中，为保证上、下模之间有均匀的间隙，可以有多种方法，其中以冲纸法最为普遍。但冲纸法只能定性说明上、下模间隙的均匀程度，而不能读出具体的数值。使用模具间隙测量仪就能克服上述缺点，为模具的装配、调试和装配后的检测尤其是需要以数值说明复杂型面及型面转角处的间隙，提供有效的检测。此外，还可用于在冲压设备上安装、调整模具或检查冲模刃口的磨损情况，如图2-106所示为我国研制的模具间隙测量仪。测量模具间隙

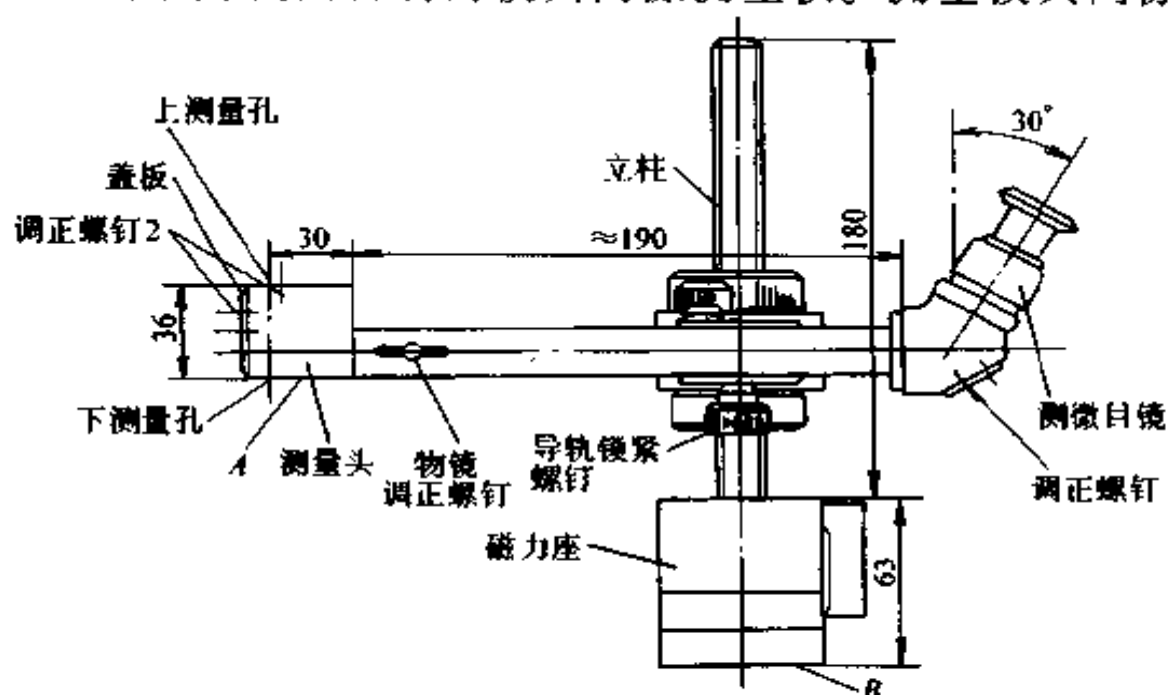


图 2-106 模具间隙测量仪

A—测量头基准面 B—下模面

时，将仪器的测量头置于上模和下模之间的被测刃口处，测头的上、下测量孔对正刃口，用测量孔侧的灯光照明，就可在测微目镜的视场中同时看到上模和下模的刃口像。利用测微目镜中分划板上的刻线分别对准上模和下模的刃口，使用读数鼓轮测得刃口位置，即可读出上模与下模的间隙数值。仪器的放大倍数为 60 倍，测微鼓轮最小读数数值（每小格）为 0.0025mm ，测量间隙范围为 $0\sim 2\text{mm}$ 。

28. 刨模机在模具制造加工中有什么作用？

答：刨模机通常称为仿形刨床，它适于加工中、小型冷冲模的凸模、凹模、凸凹模等各种复杂形状的外形和内孔，而且在一次定位中加工出的内、外型面可具有较高的相对位置精度。这种设备不但适合加工贯通型的模具零件，而且适于加工带台阶的模具零件，还可作为精密划线机准确划出各种复杂的型面线，其精度和效率都高于熟练钳工划线的水平。在数控线切割机床推广应用以前，刨模机是冷冲模传统加工方法中极为重要的加工设备。刨模机外形如图 2-107 所示，它是一种特制的立式仿形刨床。

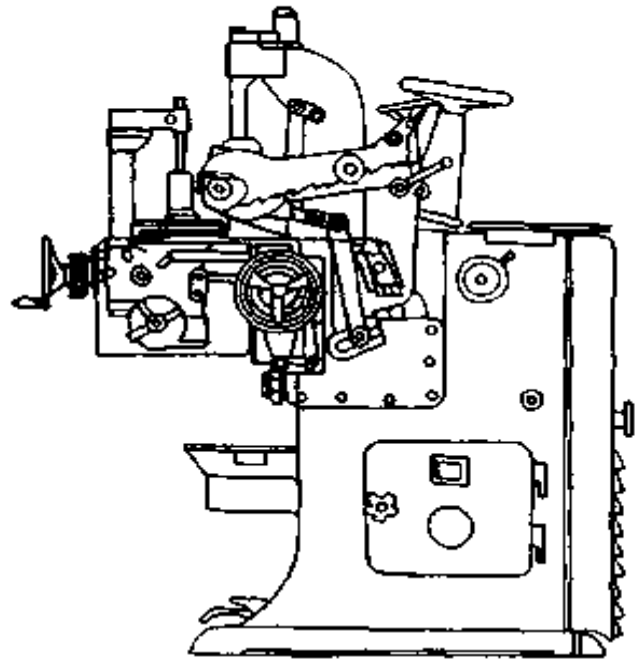


图 2-107 刨模机

它是一种特制的立式仿形刨床。

29. 模具钳工压印法锉修模具采用的压印设备有哪些？

答：在缺少模具加工设备的情况下，压印锉修仍是模具钳工经常使用的一种加工方法。常用的压印设备有以下两

种：

(1) 手动式螺旋压印机 如图 2-108 所示。

(2) 液压式压印机 如图 2-109 所示，压印时，凹模与凸模放在平板 4 上，转动手轮 1 将上座 2 降至接近凸模为止。然后扳动手柄 6，液压千斤顶 5 将平板 4 顶起进行压印。

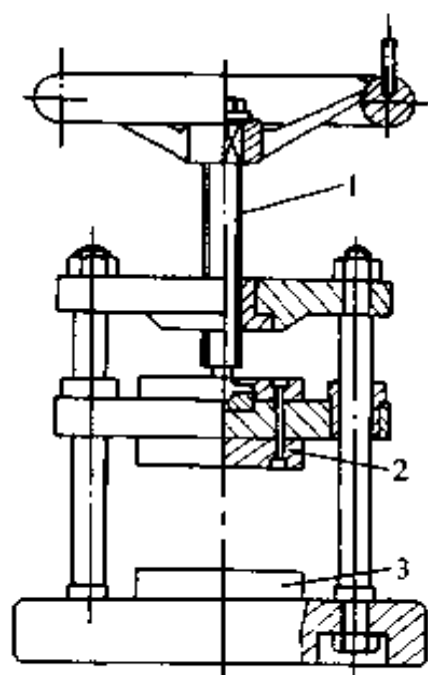


图 2-108 手动式压印机

1—梯形螺杆 2—上垫板 3—下垫板

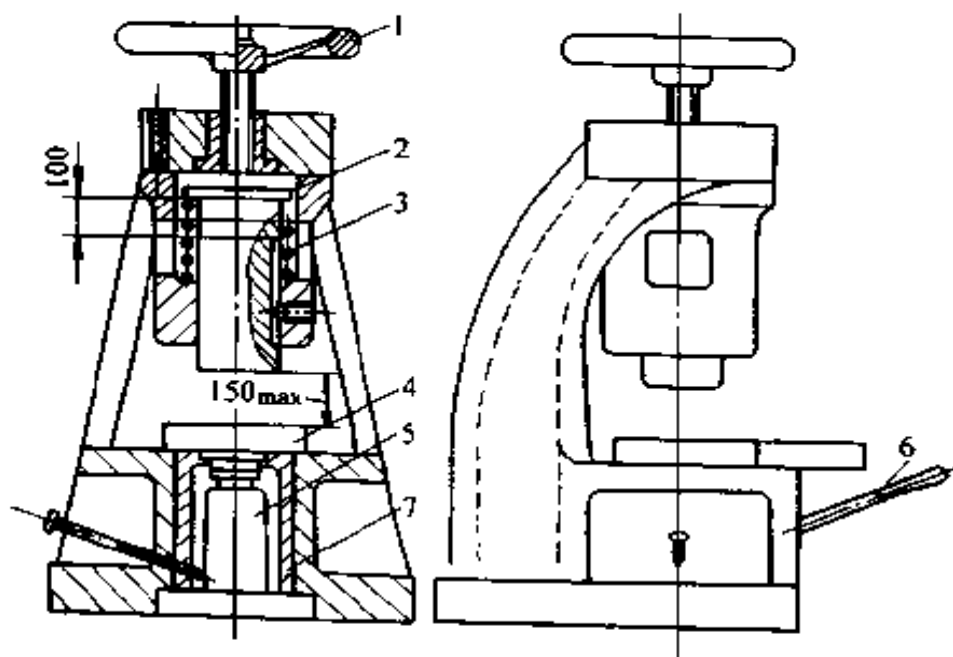


图 2-109 液压式压印机

1—手轮 2—上座 3—弹簧 4—平板

5—液压千斤顶 6—手柄 7—柱塞

30. 模具零部件制造常用数控铣床有哪几种？

答：模具零部件制造常用数控铣床有如下几种：

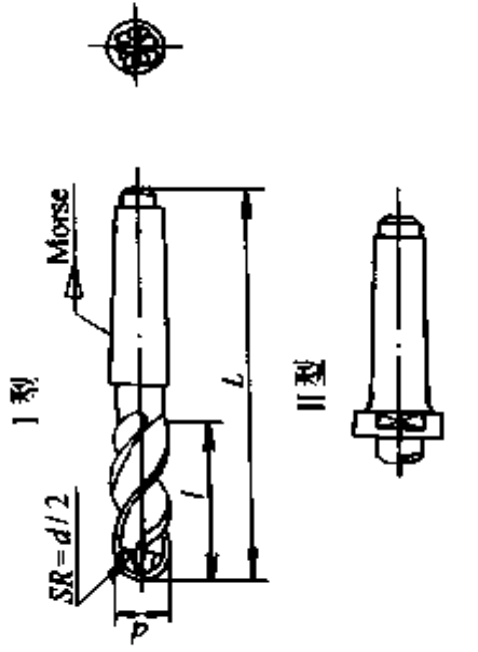
(1) 三坐标数控铣床 这种铣床的刀具可沿 X、Y、Z 三个坐标按数控纸带的指令运动。三坐标数控铣床又分为其中两坐标联动的铣床（也称两坐标半数控铣床）和三坐标联动的三坐标数控铣床。两坐标半数控铣床可以加工由直线或圆弧平面类零件叠加构成的立体型腔；三坐标数控铣床可实现三坐标空间直线插补或螺旋插补，在模具制造中，一般用这类数控铣床可加工各种复杂空间曲面。

(2) 四坐标数控铣床 这类铣床除 X、Y、Z 轴以外，还有旋转坐标 A（绕 X 轴旋转）或旋转坐标 C（绕 Z 轴旋转），它可加工需要分度的型腔模。如果配置相应的机床附件，便可扩大其使用范围。

(3) 五坐标数控铣床 这类铣床除具有 X、Y、Z 轴，A 或 C 坐标外，还有 B 坐标。五坐标联动，可使刀具在空间按给定的任意轨迹进给。利用铣刀在两个坐标平面内的摆动，可使铣刀轴线总处在被加工表面的法向重合位置，避免了加工时的干涉现象，从而可以采用平底铣刀加工曲面，以提高切削效率和表面质量。

(4) 模具加工中心 这种机床实际上是将数控铣床、数控镗床、数控钻床的功能组合起来，再附加一个刀具库和一个自动换刀装置的综合数控机床，工件经一次装夹后，通过机床自动换刀连续完成铣、钻、镗、铰、扩孔、攻螺纹等多种工序。例如卧式模具加工中心 HDNC 1210-A30，由交流电动机驱动主轴，在 $(10 \sim 4000)$ r/min 范围内由指令控制变速，适合用各种工具加工型腔。刀具库有 30 把刀具，贮存 9 个仿形触头。该机床的定位精度为 $\pm (0.005 \sim 0.01)$

表 2-2 高速钢横刃铣刀规格

名称与简图	主要参数							莫氏 锥柄号	齿数
	d/mm (js12)	l (js16) /mm		L (js16) /mm		长型	长型		
		标准型	长型	标准型					
				I	II				
莫氏锥柄圆柱形球头立铣刀 (根据 GB6336.3—86)  I型 II型	16	32	63	117	—	148	—	2	2-4
	20	38	75	123	—	160	—	3	
	25	45	90	147	—	192	—	4	
	32	53	106	155	—	208	—	5	
	40	63	125	178	201	231	254	4	
	50	75	150	188	211	250	273	5	
	63	90	180	221	249	283	311	4	
				200	223	275	298	4	
				233	261	308	336	5	4-6
				248	276	338	366		

(续)

名称与简图	主要参数							齿数
	d/mm (K12)	α/2 (±10')	l/mm (js16)	L (js16) /mm		莫氏 锥柄号		
				I	II			
莫氏圆锥球头立铣刀 (根据 GB6336.9-86) 	16	3°	90	—	—	3	4	
	20		100	—	—			
	25		112	—	—	3		
	32		125	260	—	4		
	40		140	273	250	5		
				311	283	4		
				288	265	4		
				326	298	5		

(续)

名称与简图	主要参数						齿数	
	d/mm (K12)	a/2 (±10')	l/mm (js16)	L (js16) /mm		莫氏 锥柄号		
				I	II			
莫氏锥柄圆锥形立铣刀 (根据 GB6336.8—86) I型 II型	16	3'	90	192	—	3	3~4	
	20		100	202	—	4		
	25	112	214	—	3	4		
	32	125	237	260	4			
	40	4	250	273	5	4~6		
	283		311	4				
	265		288	5				
				140	298	326		

注：莫氏锥柄圆锥形立铣刀与球头立铣刀，其半锥角 $a/2$ 除表中所列 3° 以外，尚有 5° 、 7° 及 10° ，其直径系列与长度尺寸见 GB6336.8—86 及 GB6336.9—86。

mm/全程，重复定位精度为 $\pm 0.0015\text{mm}$ ，适合大型模具一次装夹中完成全部加工工序。

31. 常用高速钢模具铣刀有哪几种？


答：高速钢模具铣刀用于加工模具型腔或凸模成形表面，它是实现钳工机械化的重要工具，它是由立铣刀发展而成的。根据国家标准，它可分为圆锥形立铣刀（ $d = 6\text{mm} \sim 20\text{mm}$ ， $\frac{\alpha}{2} = 3^\circ、5^\circ、7^\circ、10^\circ$ ）、圆柱形球头立铣刀（ $d = 4\text{mm} \sim 63\text{mm}$ ）和圆锥形球头立铣刀（ $d = 6\text{mm} \sim 20\text{mm}$ ， $\frac{\alpha}{2} = 3^\circ、5^\circ、7^\circ、10^\circ$ ）。柄部则可分为直柄、削平型直柄和莫氏锥柄三种。一般根据工件形状和尺寸来选择模具铣刀类型和尺寸。其部分规格见表 2-2 所示。

32. 模具加工常用硬质合金旋转锉的规格有哪几种？








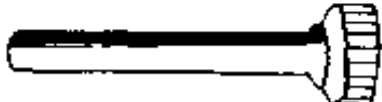
答：硬质合金旋转锉可取代金刚石锉刀和磨头来加工淬火后硬度小于 65HRC 的各种模具，它主要用于对模具型腔的整形和修去毛刺，也可对叶轮成形表面进行加工，亦可装在风动工具或电动工具上使用，是模具钳工现代新型工具之一。

上海工具厂有限公司（上海工具厂）按国家标准 GB9206 生产的硬质合金旋转锉规格见表 2-3 所示。

表 2-3 硬质合金旋转锉规格

名称与简图	主要参数				
	直径 d/mm	总长 L/mm	刃长 l/mm	柄部直径 $/\text{mm}$	齿数 z
硬质合金倒锥形旋转锉 	7.5	48	8	6	18

(续)

名称与简图	主要参数				
	直径 d/mm	总长 L/mm	刃长 l/mm	柄部直径 $/mm$	齿数 z
硬质合金 38°圆锥形旋转锉 	7.5	54	11	6	18
硬质合金椭圆形旋转锉 	10	56	16	6	22
硬质合金弧形圆头旋转锉 	6	58	18	6	16
	10	60	20	6	20
	12	65	25	6	24
硬质合金带分屑槽弧形旋转锉 	10	60	20	6	22
硬质合金弧形尖头旋转锉 	10	60	20	6	22
硬质合金火炬形旋转锉 	12	72	32	6	24
硬质合金锥形圆头旋转锉 	3	50	10	3	12
	6	56	16	6	16
	10	65	25	6	22
	12	68	28	6	24
硬质合金半圆形旋转锉 	15	44	4	6	32

(续)

名称与简图	主要参数				
	直径 d/mm	总长 L/mm	刃长 l/mm	柄部直径 $/mm$	齿数 z
硬质合金圆柱形旋转锉 	3	50	13	3	12
	10	60	20	6	22
硬质合金带端刃圆柱形旋转锉 	6	56	16	6	16
	10	60	20	6	22
硬质合金圆柱形球头旋转锉 	3	50	13	3	12
	6	56	16	6	16
	10	60	20	6	22
	12	65	25	6	24
硬质合金带分屑槽 圆柱形旋转锉 	10	60	20	6	22
硬质合金带分屑槽圆柱 形球头旋转锉 	10	60	20	6	22
硬质合金圆球形旋转锉 	12	51	10.8	6	24
硬质合金 60°圆锥形旋转锉 	12	55	10.4	6	24
硬质合金 90°圆锥形旋转锉 	12	51	6	6	24

33. 锉刀机对模具加工制造有何作用？

答：模具凸、凹模可以全部由模具钳工来承担加工。但用带锯机下料及锯型孔以后可由锉刀机代替手工锉削进行精加工。图 2-110 是锉刀机外形。

对于模具型腔、凹模等热处理后产生微小的变形，造成凸、凹模配合间隙不均匀，可以利用锉刀机进行研磨。研磨时，将研磨棒（用铸铁、黄铜做成锉刀状）安装在锉刀机上，校正垂直度，加入研磨剂（金刚砂或绿色氧化铝）进行研磨。研磨时要注意用细油石将凹模刃口毛刺去除，以减少研磨棒的损耗，同时接触压力不宜太大，把研磨面贴紧研磨棒即可。研磨棒的行程速度要大于锉削的行程速度。

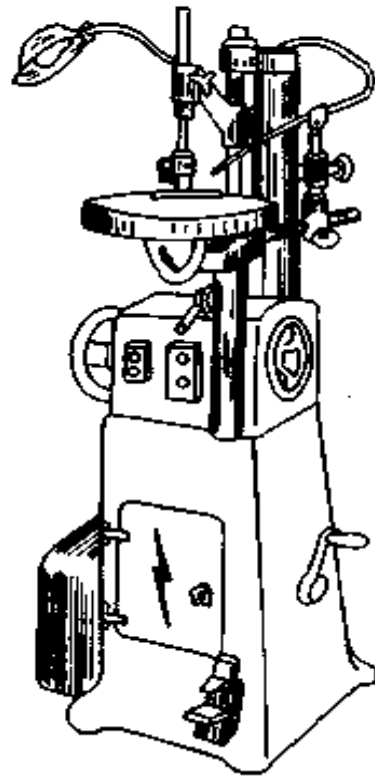


图 2-110 锉刀机外形

34. 模具成形磨削采用的设备有哪些？举例说明其作用？

答：成形磨削是模具零件成形表面精加工的一种方法，具有高精度和高效率等优点。成形磨削可以在成形磨床、平面磨床、万能工具磨床、坐标磨床或光学曲线磨床上进行。

常用的成形磨床（MD9030）如图 2-111 所示，是一种专门加工模具零件的成形磨床。砂轮 6 由装在磨头架 4 上的

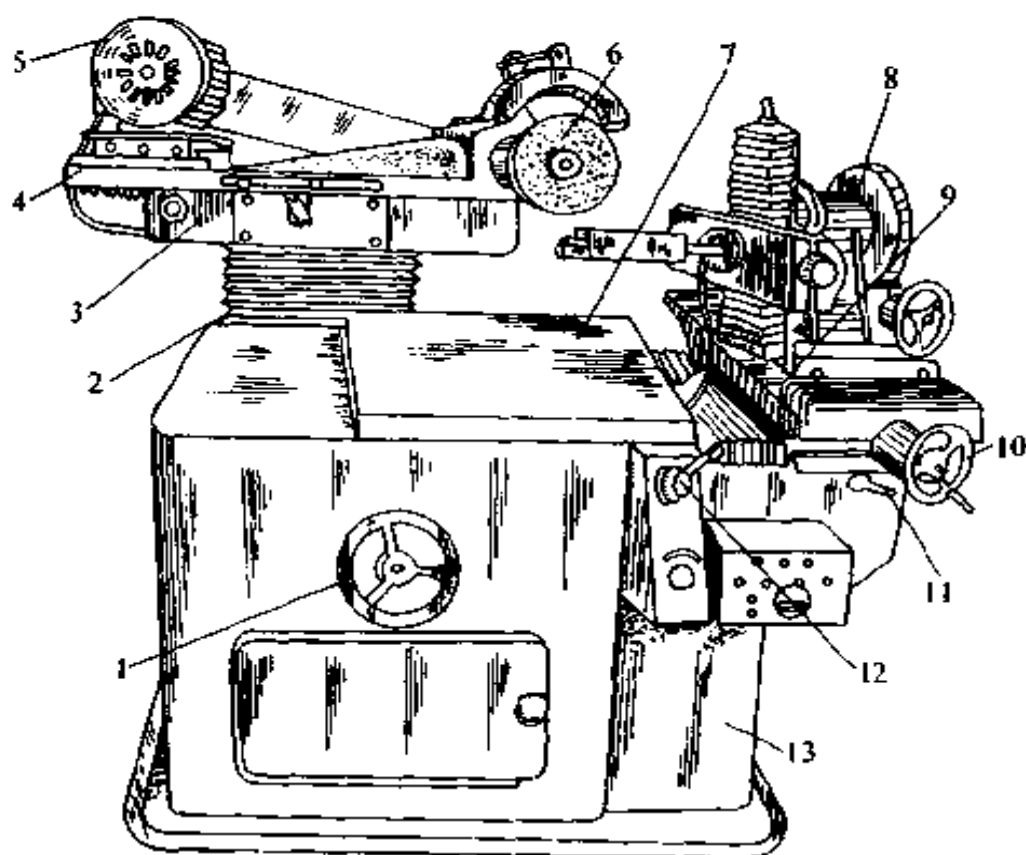


图 2-111 成形磨床 (MD9030)

- 1—手轮 2—垂直导轨 3—纵向导轨 4—磨头架 5—电动机
 6—砂轮 7—测量平台 8—万能夹具 9—夹具工作台
 10—手轮 11、12—手柄 13—床身

电动机 5 带动作高速旋转。磨头架装在精密的纵向导轨 3 上，可通过液压传动作纵向往复运动（砂轮纵向进给运动），并由手柄 12 控制操纵。转动手轮 1 可使磨头架沿垂直导轨 2 上下移动（砂轮垂直进给）。此运动除手动外，还可以机动，以便使砂轮迅速接近工件或快速退出。夹具工作台 9 的横向滑板上固定着万能夹具 8，纵向滑板可带动万能夹具沿床身 13 右端的精密导轨作纵向移动（只作机动调整用）。正常使用时，可用手柄 11 将万能夹具的纵向移动锁紧。转动手轮 10 可使万能夹具作横向移动。床身中间有测量平台 7，用来放置测量工具、校正工件位置和测量工件尺寸。修整成

形砂轮时，修整砂轮的工具有可以放在测量平台上。

35. 模具导柱导套常用的研磨设备有哪些？

答：模具导柱、导套加工，一般先经粗车、热处理淬火和内、外圆磨削，然后在车床上抛光圆角。导向精度要求高的，还需留 $0.01\sim 0.015\text{mm}$ 研磨余量，进行研磨加工。

常用研磨设备如下：

1) 在车床上利用研磨套或研磨心轴研磨模具的导柱和导套。

2) 在圆盘式导柱研磨机上研磨导柱。圆盘式导柱研磨机外形如图 2-112 所示。

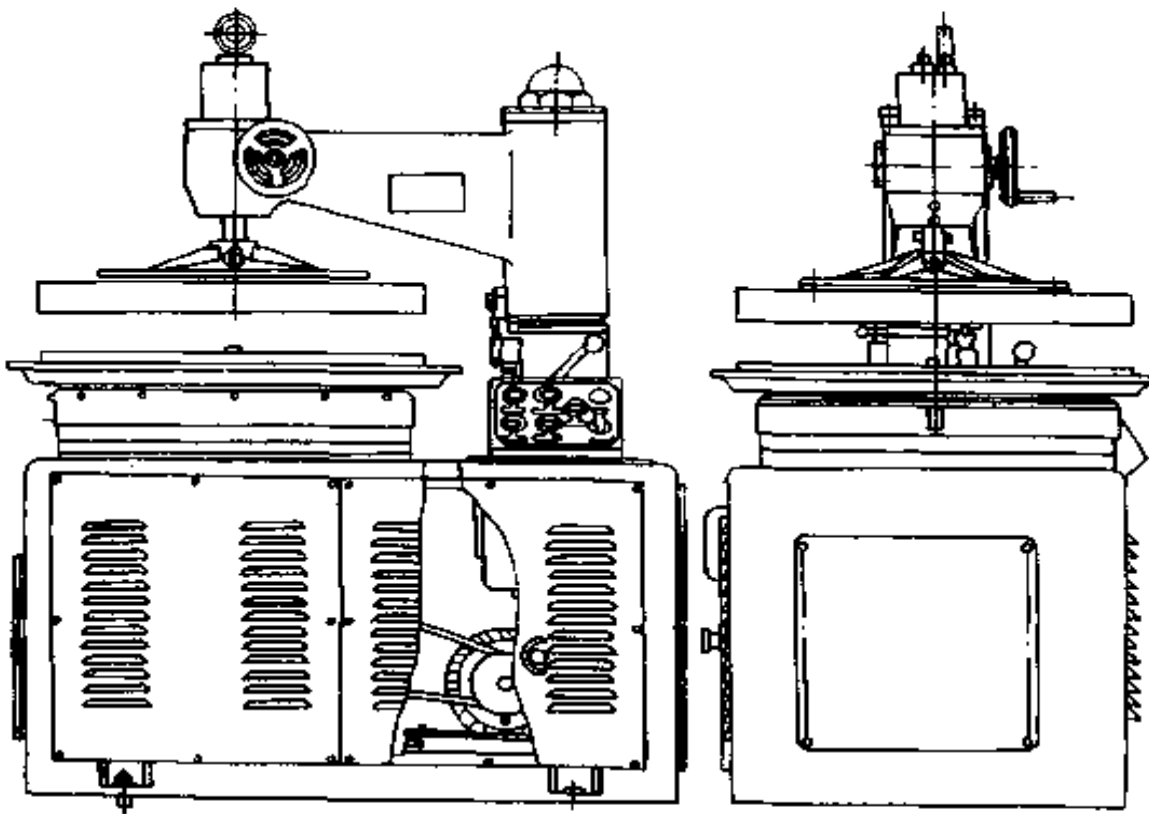


图 2-112 圆盘式导柱研磨机

3) 在立式单轴或双轴研磨机上研磨导套。立式双轴导套研磨机传动系统如图 2-113 所示。

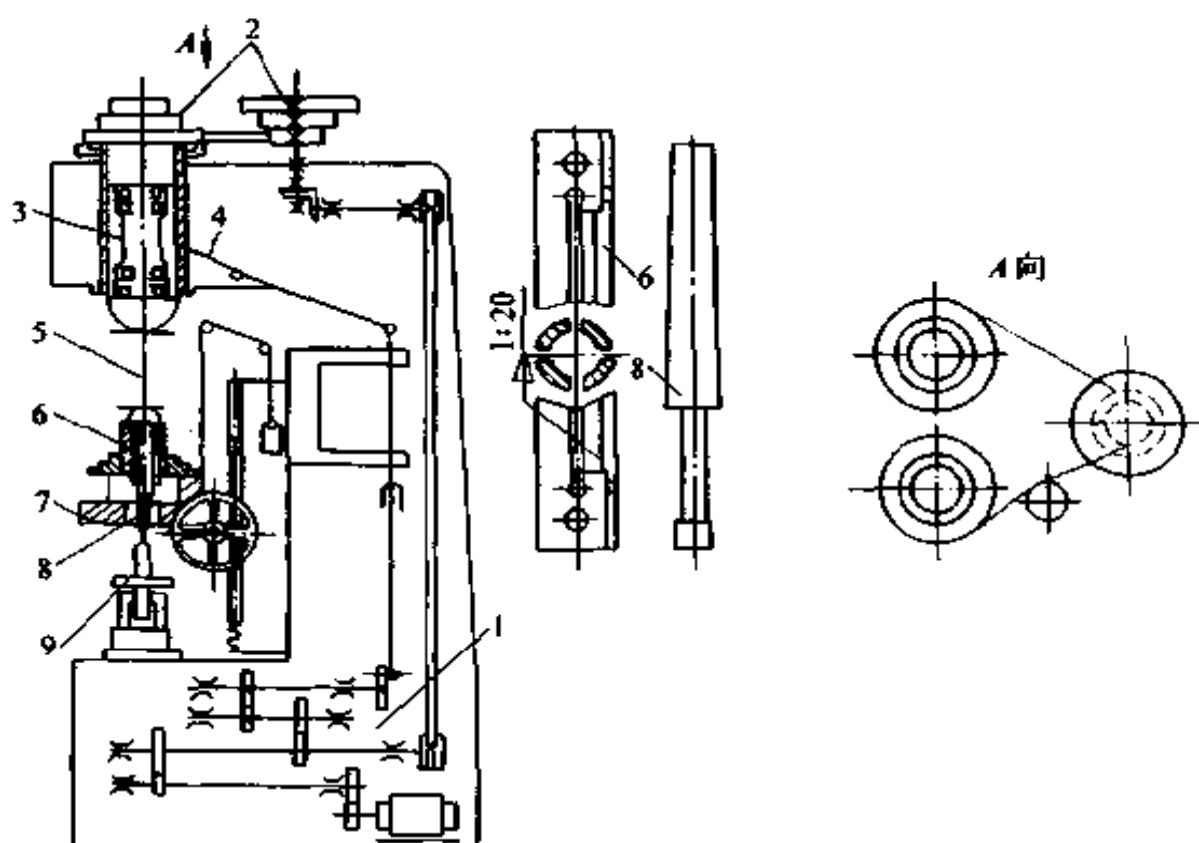


图 2-113 立式双轴导套研磨机

1—减速箱 2—带轮 3—主轴 4—连杆

5—万向联轴器 6—研磨工具 7—工作台 8—调节杆 9—撞杆

36. 模具零部件制造采用的电加工设备有哪几种?

答：模具零部件（如凸模、凹模、凸凹模）的型孔以及各种内、外成形零件都可以采用电火花成形加工和电火花线切割加工等方法加工。通常采用的电加工设备有：

(1) 电火花成形加工机床 主要由脉冲电源、机床本体和工作液循环系统三大部分组成。电火花成形加工机床最主要的精度指标是主轴进给的直线度公差和主轴与工作台面的垂直度公差。为了保证加工精度和加工过程的稳定性，机床主轴、立柱、工作台等都要有足够的刚性。

(2) 电火花线切割加工机床 电火花线切割加工，是一

种新颖的电火花加工方法，它的基本原理与电火花成形加工一样，也是利用工作电极对工件进行脉冲放电而实现加工的。但它不用成形电极，而是通过连续地沿其自身轴线行进金属丝电极与工件间的火花放电切割工件，工件的形状是通过电极丝和工件在切割过程中的连续相对运动而形成。电火花线切割机床外形如图 2-114 所示，基本组成部分可粗略地分为控制系统、机床（切割台）、高频脉冲电源、变频进给系统、运丝系统和工作液循环过滤系统等。

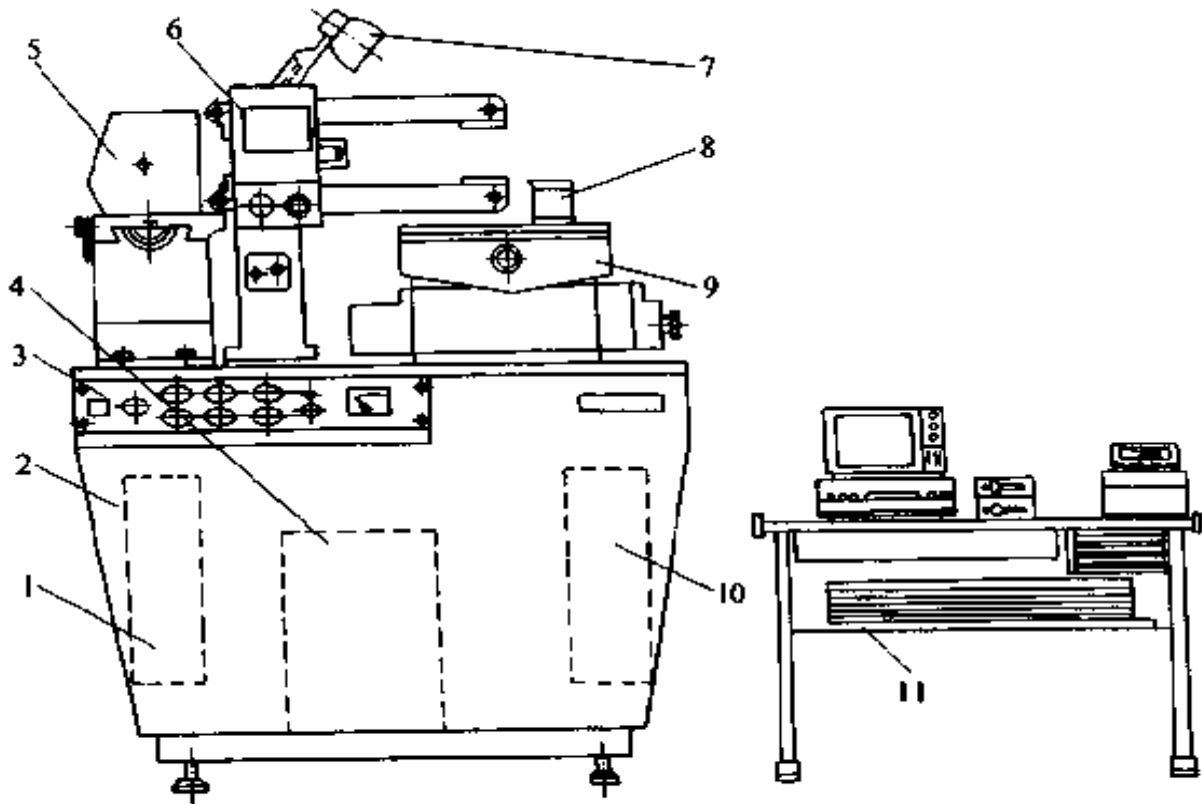


图 2-114 数控线切割机床外形图

- 1—机床电路 2—机身 3—机床面板 4—工作液箱 5—贮丝筒
6—丝架 7—机床灯 8—工件安装台 9—溜板 10—高频电源
11—微型计算机编程操作台

37. 冲压常用压力机有哪几种？

答：冲压设备作为冲压加工的机床，在加工中具有十分

重要的作用。

为适合各种冲压工艺，需要有各种类型的冲压设备。使用最多的是压力机。压力机分机械传动和液压传动两大类。

冲压机机械压力机包括：开式压力机，如图 2-115 所示，

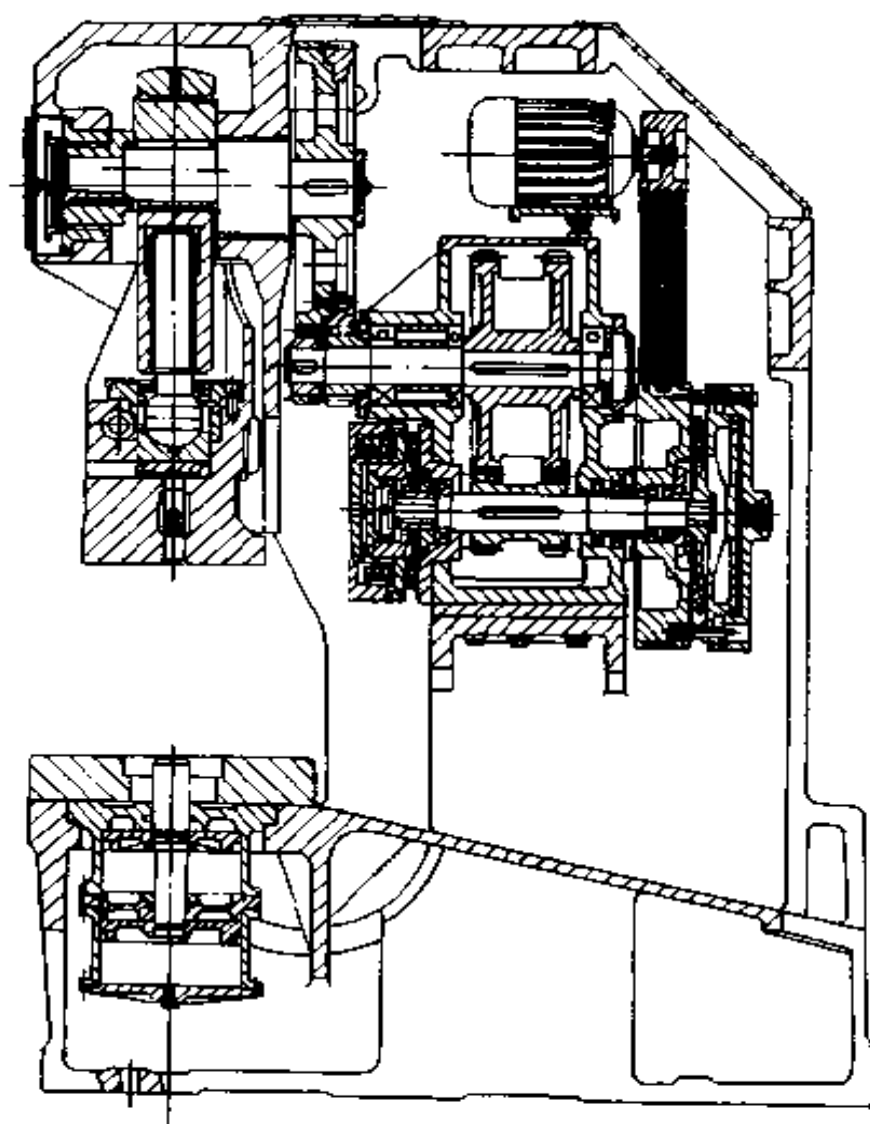


图 2-115 开式固定台压力机结构

是通用性冲压设备，可用来落料、冲孔、切边、浅拉深和成形等，一般为曲柄传动，可进行单次或连续行程，床身是 C 形，工作台三面敞开，便于操作。通用闭式压力机，如图 2-116 所示，闭式双点单动压力机可完成落料、冲孔、弯

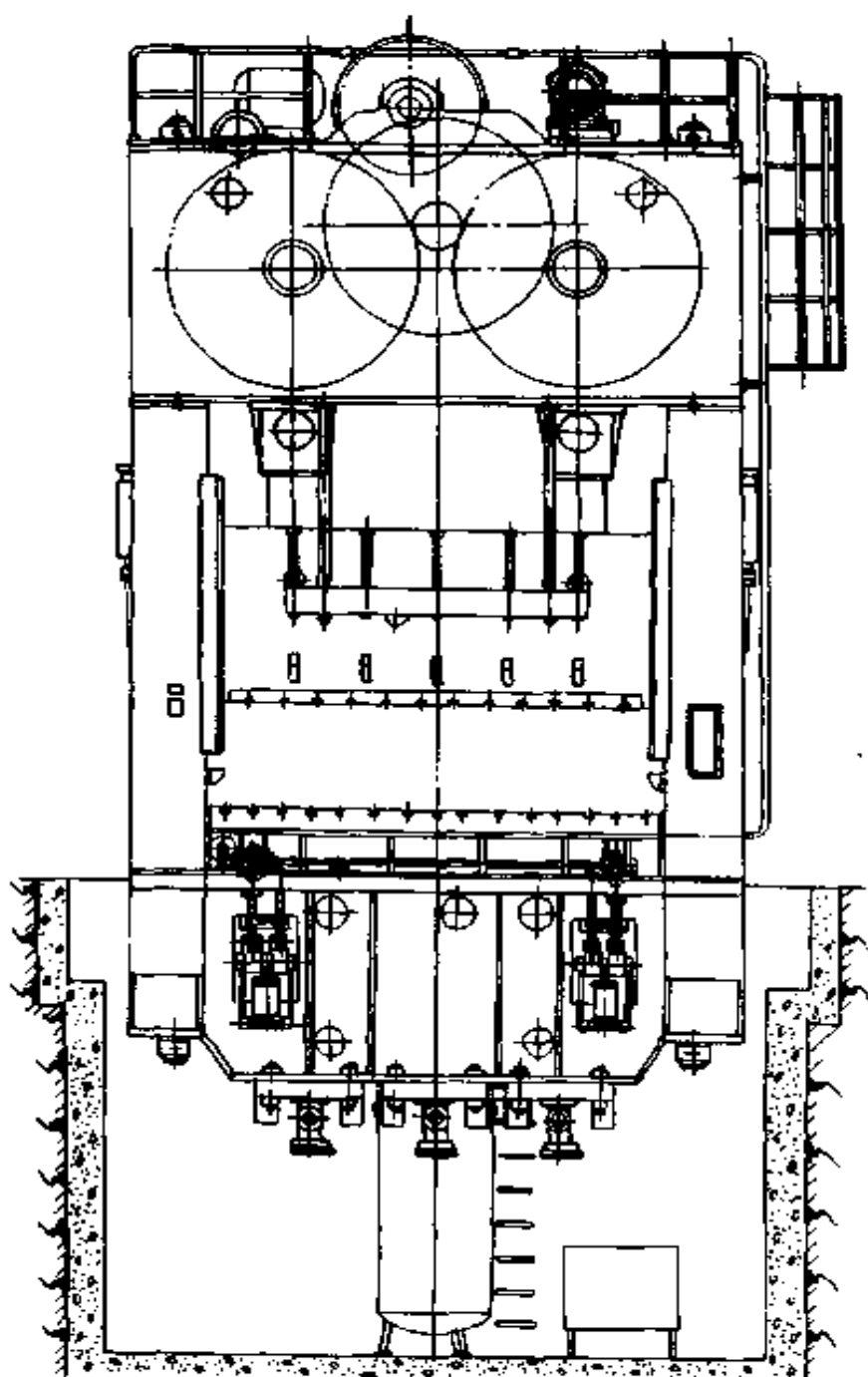


图 2-116 闭式双点压力机

曲、拉深、成形、切边、校正等工序，可分为单点、双点和四点，上传动和下传动等。闭式拉深压力机，有单动、双动和三动，单点、双点和四点，以及上传动和下传动等形式，闭式上传动双动双点压力机适用于大中型制件的深拉深，闭

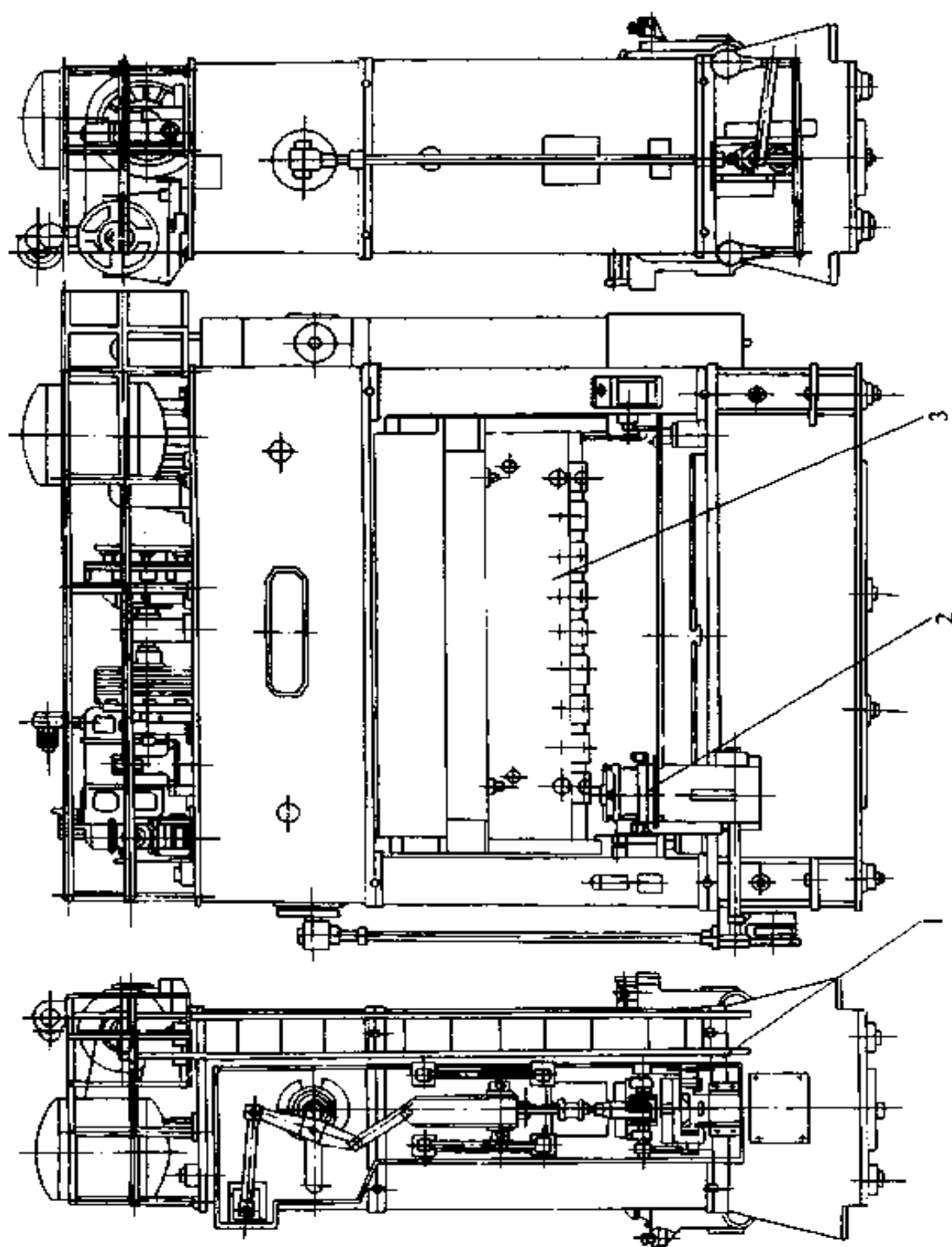


图 2-117 多工位自动压力机

1—工件自动输送装置 2—原材料自动进给装置 3—滑块

式下传动适用于中小制件的深拉深。通用自动压力机，其上(下)传动自动压力机，主要用于冲孔、落料等工序，多工位自动压力机(见图 2-117)能按一定顺序自动完成落料、冲孔、拉深、弯曲、切边、整形等多道工序，每一行程可生产一个制件。精密冲裁压力机，能冲裁出具有光洁平直剪切面(表面粗糙度 $R_a 0.2 \sim 3.2 \mu\text{m}$)的精密冲裁件，也可以进行冲裁—弯曲、冲裁—挤压、冲裁—拉深等复合工序，有机械传动和液压传动，上传动和下传动，立式和卧式等形式。

冲压液压机包括：单臂式液压机、单动液压机和双动液压机等。

此外，还有剪板机、开卷机、矫平机以及用于成形的折弯机、滚弯机、卷板机等。

随着冲压加工技术的发展，冲压设备向大型、精密、机械化、自动化方向发展，近代生产中广泛使用的高速压力机、精密冲裁压力机、冲模回转头压力机、双动拉深压力机、多工位自动压力机、激光切割—冲裁组合压力机、其他各种数控压力机以及活动工作台、快速换模装置等，反映了冲压设备的发展方向和水平。

第三章 冲 裁 模

1. 影响冲压变形的因素有哪些？

答：影响冲压变形的因素是材料本身的特性和应力状态。应力状态有两个方面：一是主应力方向，二是主应力数值。前者由冲压工艺的性质决定，后者与工艺参数有关。

冲压成形工序中影响坯料变形的因素还有凸模与凹模工作部分的圆角半径、间隙和摩擦等。

2. 什么叫冲裁？

答：冲裁是利用冲模使材料分离的冲压工艺，它是落料、冲孔、切断、切边、切口、剖切等工序的总称。

3. 冲裁时材料的变形过程经历了哪几个阶段？

答：冲裁时，材料的变形过程经历了三个阶段：

(1) 弹性变形阶段 凸模加压，材料发生弹性压缩与弯曲并略有挤入凹模口，如图 3-1a 所示。

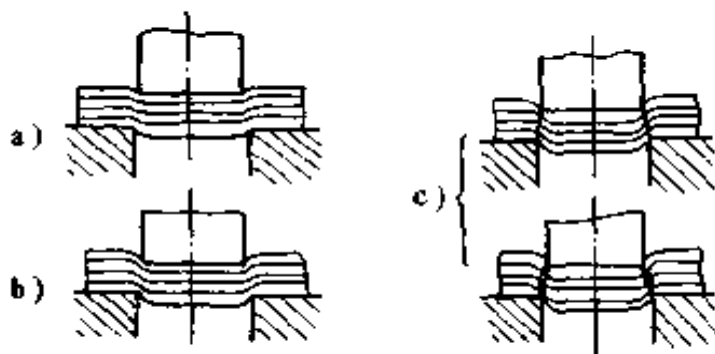


图 3-1 冲裁变形过程

(2) 塑性变形阶段 材料内应力达到屈服强度，凸模压

入材料，产生纤维的弯曲和拉伸，得到光亮的剪切带，如图 3-1b 所示。

(3) 剪裂分离阶段 材料内应力达到抗剪强度，冲裁力达到最大值，光亮带终止。由于应力集中或出现拉应力，靠近凸、凹模刃口处的材料出现裂纹。在间隙值合理时，上、下裂纹向内扩展最后重合，材料分离，如图 3-1c 所示，形成粗糙锥形剪裂带。

4. 什么叫冲裁间隙？

答：冲裁间隙是指凸、凹模刃口的缝隙距离，用符号 z 表示，如图 3-2 所示。

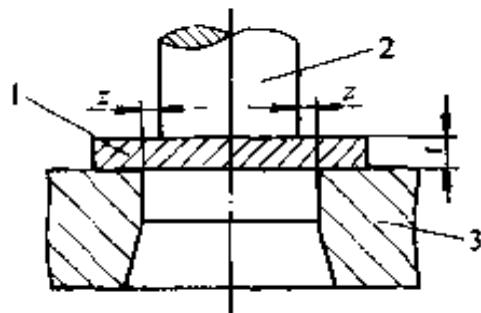


图 3-2 冲裁间隙

1—冲裁料 2—凸模 3—凹模 t —料厚

5. 冲裁间隙选用依据有哪些？

答：选用冲裁间隙的主要依据是在保证冲裁件断面质量和尺寸精度的前提下，使模具寿命最高。对下列情况应酌情增减冲裁间隙：

- 1) 在同样条件下，冲孔间隙可比落料间隙大些。
- 2) 冲小孔 ($d < t$) 时，凸模易折断，间隙应取大些，但应采取防止废料回升。
- 3) 硬质合金模具应比钢模的间隙大 30% 左右。
- 4) 凹模为斜壁刃口的间隙应比直壁刃口小。

5) 电火花加工凹模型孔时, 其间隙应比磨削加工小 $(0.5 \sim 2)\% t$ 。

6) 复合模的凸凹模壁厚较薄时, 为防止胀裂, 应放大冲孔间隙。

7) 采用弹性压料装置时其间隙可大些。

8) 高速冲压时模具容易发热, 间隙应增大, 如行程次数超过 $200 \text{ 次}/\text{min}$ 时, 间隙应增大 10% 左右。

9) 热冲时其间隙应减小。

10) 硅钢片随含硅量增加, 间隙相应取大些。

11) 对需攻螺纹的孔, 间隙应取小值。

6. 冲裁间隙分哪几类?

答: 根据冲件剪切面质量、尺寸精度、模具寿命和力能消耗等因素, 将冲裁间隙分为 I、II、III 三种类型, 见表 3-1。

7. 如何选择冲裁间隙比值?

答: 按金属材料的种类、供应状态和厚度, 相对应于表 3-1 的三类冲裁间隙, 冲裁间隙的比值 (冲裁间隙与材料厚度的比值) 可参照表 3-2 选择。

8. 非金属材料冲裁间隙比值应如何选择?

答: 非金属材料 (如红纸板、胶纸板、胶布板) 的间隙比值分两类: 相当于表 3-2 中 I 类间隙时, 取 $(0.5 \sim 2)\% t$; 相当于 II 类间隙时取 $(2 \sim 4)\% t$ 。纸、皮革、云母纸的间隙比值取 $(0.25 \sim 0.75)\% t$ 。

9. 冲裁间隙的选用方法有哪些?

答: 选用冲裁间隙时, 应针对冲件技术要求、使用特点和生产条件等因素, 首先按表 3-1 确定拟采用的间隙类别, 按表 3-2 相应选取该类间隙的比值后, 经计算便可得到间隙数值。

表 3-1 冲裁间隙分类




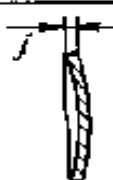
分类依据		I	II	III	
类别		I	II	III	
冲件剪切面质量	剪切面特征	 毛刺一般 β 斜度小 光亮带小 塌角小	 毛刺小 β 斜度中等 光亮带中等 塌角中等	 毛刺一般 β 斜度大 光亮带大 塌角大	
	材料厚度 t	塌角深度 a	(4~7)% t	(6~8)% t	(8~10)% t
		光亮带 b	(35~55)% t	(25~40)% t	(15~25)% t
		剪裂带 E	小	中	大
		毛刺高度 h	一般	小	一般
冲件精度	斜度 β	4°~7°	7°~8°	8°~11°	
	挠度 f		稍小	较大	
	尺寸精度	落料件	接近凹模尺寸	稍小于凹模尺寸	小于凹模尺寸
		冲孔件	接近凸模尺寸	稍大于凸模尺寸	大于凸模尺寸
	模具寿命		较低	较高	最高
力能消耗	冲裁力	较大	小	最小	
	卸、推料力	较大	最小	小	
	冲裁功	较大	小	稍小	
适 用 场 台		冲件要求较高时,采用小精度间隙	冲件一般时,采用中等精度,要求应力小,能减小破裂,因残余应力塑性变形的工件	冲件剪切面质量、尺寸精度要求不高时,应优先采用大间隙,以提高冲模寿命	

表 3-2 冲裁间隙 (单边) 比值 (% t)

类 别	I	II	III
低 碳 钢 08F、10F、10、20、Q235A、Q215B	3.0~7.0	7.0~10.0	10.0~12.5
中碳钢 45 不锈钢 1Cr18Ni9Ti、4Cr13 膨胀合金(可伐合金)4J29	3.5~8.0	8.0~11.0	11.0~15.0
高碳钢 T8A、T10A 65Mn	8.0~12.0	12.0~15.0	15.0~18.0
纯铝 L2、L3、L4、L5 铝合金(软态)LF21 黄铜(软态)H62 纯铜(软态)T1、T2、T3	2.0~4.0	4.5~6.0	6.5~9.0
黄铜(硬态) 铅黄铜 纯铜(硬态)	3.0~5.0	5.5~8.0	8.5~11.0
铝合金(硬态)LY22 锡磷青铜 铝青铜 铍青铜	3.5~6.0	7.0~10.0	11.0~13.0
镁合金	1.5~2.5		
硅钢	2.5~5.0	5.0~9.0	

但是按表 3-2 选取冲裁间隙比值时, 还有以下要求:

1) 表中数据适用于厚度为 10mm 以下的金属材料。考虑到料厚对间隙比值的影响, 将料厚分成 0.1~1.0mm; 1.2~3.0mm; 3.5~6.0mm; 7.0~10.0mm 四档, 当料厚为 0.1~1.0mm 时, 各类间隙比值取下限值, 并以此为基

数，随着料厚的增加，再逐档递增 $(0.5 \sim 1.0)\%t$ （非铁金属和低碳钢取小值，中碳钢和高碳钢取大值）。

2) 凸、凹模的制造偏差和磨损均使间隙变大，故新模具应取最小间隙。

3) 其他金属材料的间隙比值可参照表中抗剪强度相近的材料选取。

10. 冲裁力应如何确定？

答：冲裁力 F_0 (N) 的大小取决于冲裁内外周边的总长度、材料的厚度和抗拉强度，可按下式计算

$$F_0 = f_1 L t \sigma_b \quad (3-1)$$

式中 f_1 ——系数，取决于材料的屈强比，可从图 3-3 求得；

L ——冲裁内外周边的总长 (mm)；

t ——材料厚度 (mm)；

σ_b ——材料的抗拉强度 (MPa)。

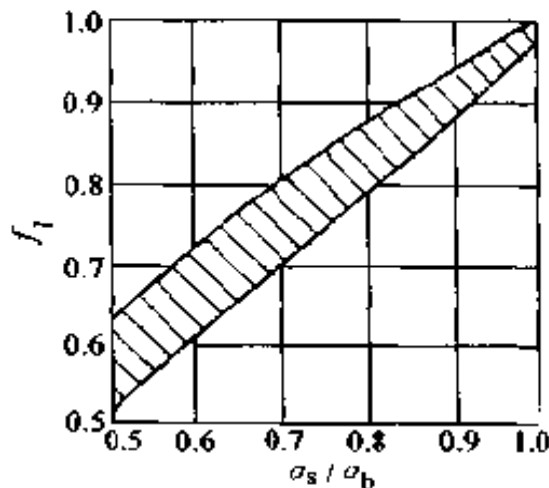


图 3-3 f_1 与材料屈强比的关系

11. 波形刃口为什么能降低冲裁力？

答：波形刃口冲裁时材料是逐渐分离的，可以减小冲裁

时的冲裁力以及振动和噪声。其结构按冲裁要求决定，落料时为了得到平整的工件，凸模做成平刃，凹模做成波刃（见图3-4a、b），冲孔时则相反（见图3-4c、d），波形刃口应力求对称。

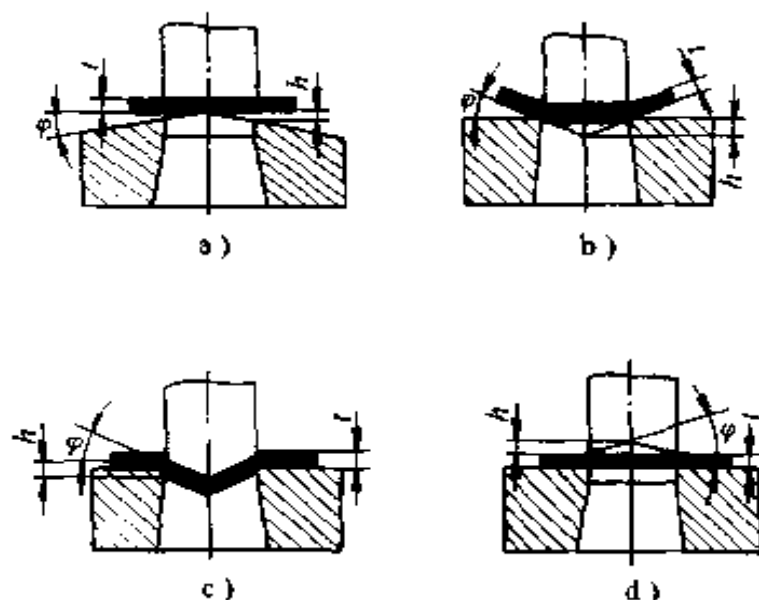


图 3-4 波刃结构

a)、b) 落料 c)、d) 冲孔

12. 波形刃口冲裁力应如何计算？

答：波形刃口冲裁力 F_b (N) 可按式 (3-2) 计算，其减力程度与波峰高度 h 、波角 φ 有关（见表 3-3）。

$$F_b = kF_0 \quad (3-2)$$

式中 k ——减力系数（见表 3-3）；

F_0 ——平刃口冲裁力 (N)。

表 3-3 波刃参数

t/mm	h/mm	$\varphi/^\circ$	k'
<3	$2t$	<5	0.5~0.3
3~10	t	<8	0.8~0.5

13. 为什么阶梯凸模能降低冲裁力?

答：在多个凸模冲裁中，凸模可以设计成高低不同的阶梯形式（见图 3-5），由于各凸模不是同时接触材料，因此总冲裁力不是各凸模冲裁力之和，降低了冲裁力。但是在决定压力机吨位时，应分别计算每个凸模的冲裁力，取其中最大的冲裁力作为确定压力机吨位的依据。

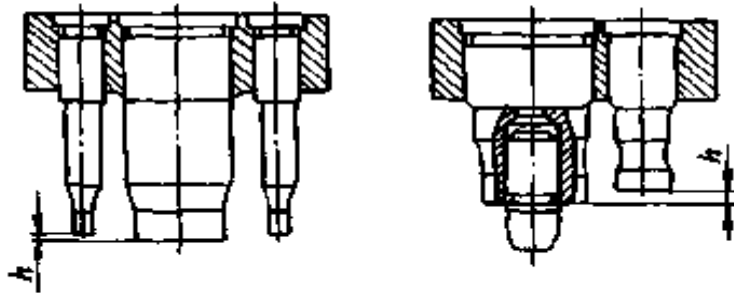


图 3-5 阶梯凸模

h —凸模高度差

14. 卸料力、推件力和顶件力应如何确定?

答：冲裁时工件或废料从凸模上卸下的卸料力 F_1 ，从凹模内将工件或废料顺冲裁方向推出的推件力 F_2 ，逆冲裁方向顶出的顶件力 F_3 可分别按以下公式计算确定：

$$F_1 = k_1 F_0 \quad (3-3)$$

$$F_2 = nk_2 F_0 \quad (3-4)$$

$$F_3 = k_3 F_0 \quad (3-5)$$

$$n = h/\delta \quad (3-6)$$

式中 F_0 ——冲裁力 (N)；

n ——同时卡在凹模内的工件或废料数目；

h ——凹模洞口直壁高度 (mm)；

k_1 、 k_2 、 k_3 ——分别为卸料力、推件力和顶件力系数，按表 3-4 选取。

表 3-4 卸料力、推件力和顶件力系数

材 料	t/mm	k_1	k_2	k_3
钢	≤ 0.1	0.065~0.075	0.1	0.14
	$> 0.1 \sim 0.5$	0.045~0.055	0.065	0.08
	$> 0.5 \sim 2.5$	0.04~0.05	0.055	0.06
	$> 2.5 \sim 6.5$	0.03~0.04	0.045	0.05
	> 6.5	0.02~0.03	0.025	0.03
铝、铝合金		0.025~0.08	0.03~0.07	0.03~0.07
纯铜、黄铜		0.02~0.06	0.03~0.09	0.03~0.09

注： k_1 在冲多孔、大搭边和轮廓复杂时取上限值。

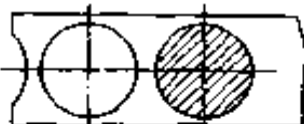


15. 冲裁合理排样应达到什么目的？

答：冲裁合理的排样应保证材料利用率高，模具结构简单，工件质量好，操作方便，生产率高。

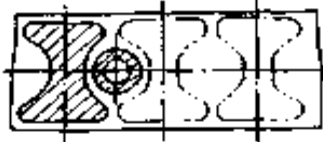
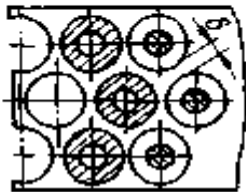

16. 条料有搭边排样形式有哪些？

答：条料有搭边排样形式见表 3-5。

表 3-5 有搭边排样形式

形式	简 图	用 途
直排		几何形状简单的零件（如圆形等）
斜排		Γ形或其他复杂外形零件，这些零件直排时废料较多
对排		Γ、Π、山形零件，这些零件直排或斜排时废料较多

(续)

形式	简 图	用 途
混合排		两个材料及厚度均相同的不同零件, 适于大批量生产
多排		大批量生产中轮廓尺寸较小的零件
冲裁搭边		大批量生产中小而窄的零件

17. 条料在什么条件下可采用无搭边排样?

答: 条料的宽度精度 (主要由剪板机下料精度保证, 见表 3-6) 和送料精度能满足零件的尺寸精度时, 可以采用无搭边排样, 它是节约材料的有效途径。

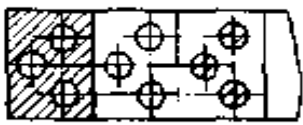





表 3-6 斜刃剪板机下料精度 (mm)

板厚 t	宽 度				
	<50	50~100	100~150	150~220	220~300
<1	+0.2	+0.2	+0.3	+0.3	+0.4
	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.6
1~2	+0.2	+0.3	-0.3	-0.4	+0.4
	-0.4	-0.5	-0.6	-0.6	-0.7
2~3	+0.3	+0.4	+0.4	+0.5	+0.5
	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-0.8
3~5	+0.4	+0.5	+0.5	+0.6	+0.6
	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8	-0.9

18. 条料无搭边排样形式有哪些？

答：条料无搭边排样形式见表 3-7 所示。

表 3-7 无搭边排样形式

形式	简 图	用 途
直排		矩形零件
斜排		Γ形或其他形状零件，在外形上允许有不大的缺陷
对排		梯形零件
混合排		两外形互相嵌入的零件 (铰链或Π-山形等)
多排		大批量生产中尺寸较小的 矩形、方形及六角形零件
冲裁搭边		用宽度均匀的条料或卷料 制造的长形件

19. 板料上的排样应注意哪些事项?

答: 板料上的排样应注意如下事项:

- 1) 注意板料轧制纤维方向以防止弯曲类零件的开裂。
- 2) 如果条料的宽度就是工件的尺寸时, 其所能达到的尺寸精度就是下料精度, 可按表 3-6 确定。
- 3) 手工送料时条料长度不宜超过 1~1.5m。
- 4) 当余料尺寸较大又无法避免时, 应尽可能保留完整的余料, 如图 3-6b 所示, 可供其他冲压件应用。

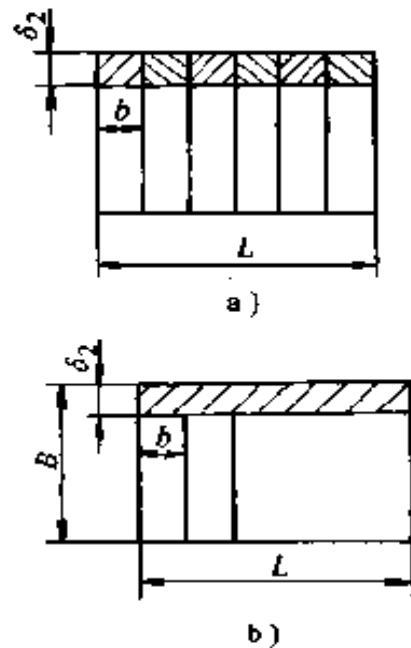
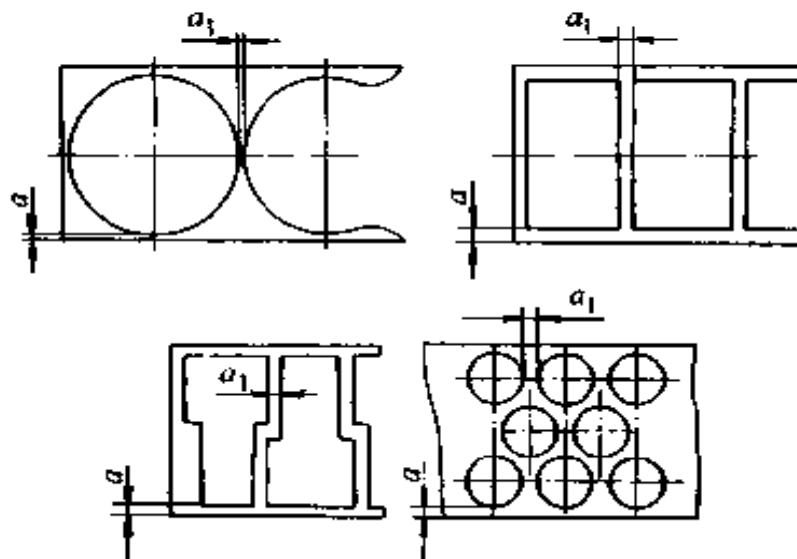


图 3-6 板料上的排样
a) 余料被剪碎
b) 余料完整

20. 冲裁时的搭边值如何确定?

答: 冲裁时的合理搭边值可参照表 3-8 确定。

表 3-8 冲裁时合理搭边值 (mm)



(续)

料厚 t	手送料						自动送料	
	圆形		非圆形		往复送料			
	a	a_1	a	a_1	a	a_1	a	a_1
≤ 1	1.5	1.5	2	1.5	3	2	2.5	2
$>1\sim 2$	2	1.5	2.5	2	3.5	2.5	3	2
$>2\sim 3$	2.5	2	3	2.5	4	3.5	3.5	3
$>3\sim 4$	3	2.5	3.5	3	5	4	4	3
$>4\sim 5$	4	3	5	4	6	5	5	4
$>5\sim 6$	5	4	6	5	7	6	6	5
$>6\sim 8$	6	5	7	6	8	7	7	6
>8	7	6	8	7	9	8	8	7

注：非金属材料（皮革、纸板、石棉等）的搭边值应比金属大1.5~2倍。

21. 冲裁件形状设计原则是什么？

答：冲裁件形状设计应考虑的原则如下：

1) 形状应尽量简单，由规则的几何形状如圆弧与相互垂直的直线所组成，有利于节约材料，减少工序，提高模具寿命和降低工件成本。

2) 冲裁件的外形和内孔应避免尖角，需有适当的圆角，一般圆角半径应大于料厚的一半，即 $R > 0.5t$ 。

22. 冲孔的最小尺寸应如何确定？

答：冲孔时应优先选用圆形孔，由于受凸模强度的限制，冲模冲孔的最小尺寸可参照表3-9确定。

表3-9 冲孔的最小尺寸 (mm)

材 料	冲孔最小直径或最小边长	
	圆 孔	方 孔
硬钢	$1.3t$	$1t$
软钢及黄铜	$1t$	$0.7t$
铝	$0.8t$	$0.5t$
夹布胶木及夹纸胶木	$0.4t$	$0.35t$

23. 冲裁件的悬臂和凹槽尺寸应如何确定？

答：冲裁件上应避免窄长的悬臂和凹槽，悬臂和凹槽的宽度 b （见图 3-7a）应大于或等于料厚的 2 倍，即 $b \geq 2t$ 。对于高碳钢、合金钢等较硬材料允许值应增加 30%~50%，对于黄铜、铝等较软材料允许值可减少 20%~25%。

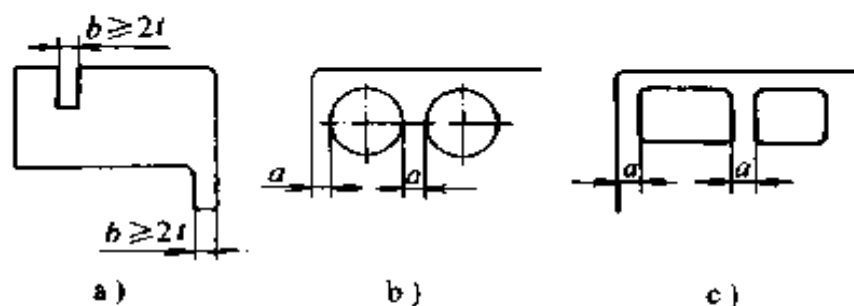


图 3-7 悬臂、凹槽、孔边距、孔间距

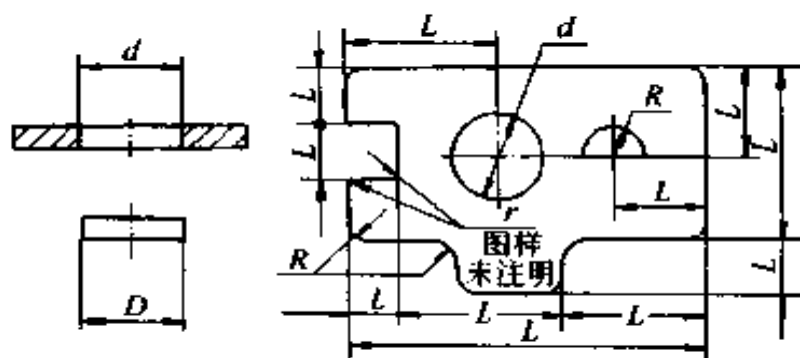
24. 冲裁件的孔间距和孔边距尺寸应如何确定？

答：冲裁件的孔间距和孔边距 a （见图 3-7b、c）应大于或等于料厚的 2 倍，即 $a \geq 2t$ 。但要保证 $a > 3 \sim 4\text{mm}$ 。用级进模冲裁，且工件精度要求不高时， a 可适当减小，但是不能小于 t 。

25. 冲裁件长度和直径的极限偏差应如何确定？

答：冲裁件长度和直径的极限偏差按表 3-10 确定，分别为 A、B、C、D 四个精度等级。

表 3-10 冲裁件长度 L 、直径 D 、 d 的极限偏差 (mm)



(续)

基本尺寸	精度等级	厚度尺寸范围				
		>0.1~1	>1~3	>3~6	>6~10	>10
>1~6	A	±0.05	±0.10	±0.15	—	—
	B	±0.10	±0.15	±0.20	—	—
	C	±0.20	±0.25	±0.30	—	—
	D	±0.40	±0.50	±0.60	—	—
>6~18	A	+0.10	±0.13	±0.15	±0.20	—
	B	±0.20	±0.25	±0.25	±0.30	—
	C	±0.30	±0.40	±0.50	±0.60	—
	D	±0.60	±0.80	±1.00	±1.2	—
>18~50	A	±0.12	±0.15	±0.20	±0.25	±0.35
	B	±0.25	±0.30	±0.35	±0.40	±0.50
	C	±0.50	±0.60	±0.70	±0.80	±1.00
	D	±1.00	±1.20	±1.40	±1.60	±2.00
>50~180	A	±0.15	±0.20	±0.25	±0.30	±0.40
	B	±0.30	±0.35	±0.45	±0.55	±0.65
	C	±0.60	±0.70	±0.90	±1.10	±1.30
	D	±1.20	±1.40	±1.80	±2.20	±2.60
>180~400	A	±0.20	±0.25	±0.30	±0.40	±0.50
	B	±0.40	±0.50	±0.60	±0.80	±1.00
	C	±0.80	±1.00	±1.20	±1.60	±2.00
	D	±1.40	±1.60	±2.00	±2.60	±3.20
>400~1000	A	±0.35	±0.40	±0.45	±0.50	±0.70
	B	±0.70	±0.80	±0.90	±1.00	±1.40
	C	±1.40	±1.60	±1.80	±2.00	±2.80
	D	±2.40	±2.60	±2.80	±3.20	±3.60
>1000~3150	A	±0.60	±0.70	±0.80	±0.85	±0.90
	B	±1.20	±1.40	±1.60	±1.70	±1.80
	C	±2.40	±2.80	±3.00	±3.20	±3.60
	D	±3.20	±3.40	±3.60	±3.80	±4.00

26. 冲裁件圆弧半径的极限偏差应如何确定?

答：冲裁件圆弧半径的极限偏差按表 3-11 确定。

表 3-11 冲裁件圆弧半径的极限偏差 (mm)

基本尺寸	精度等级	厚度尺寸范围				
		>0.1~1	>1~3	>3~6	>6~10	>10
>1~6	A、B	±0.20	±0.30	±0.40	—	—
	C、D	±0.40	±0.50	±0.60	—	—
>6~18	A、B	±0.40	±0.50	±0.50	±0.60	—
	C、D	±0.60	±0.80	±1.00	±1.20	—
>18~50	A、B	±0.50	±0.60	±0.70	±0.80	±1.00
	C、D	±1.00	±1.20	±1.40	±1.60	±2.00
>50~180	A、B	±0.60	±0.70	±0.90	±1.10	±1.30
	C、D	±1.20	±1.40	±1.80	±2.20	±2.60

27. 什么叫落料模? 冲制锁垫的落料模结构有何特点?

答：落料模是沿封闭的轮廓将制件或工序件与板料分离的冲模。

图 3-8 所示为冲制锁垫的落料模。该模具有导柱、导套导向，因而凸、凹模的定位精度及工作时的导向性都较好。导套内孔与导柱的配合要求为 H6/h5。凸模断面细弱，为了增加强度和刚度，凸模上部放大。凸模与固定板过盈配合，上端带台肩，以防拉下。凹模刃壁带

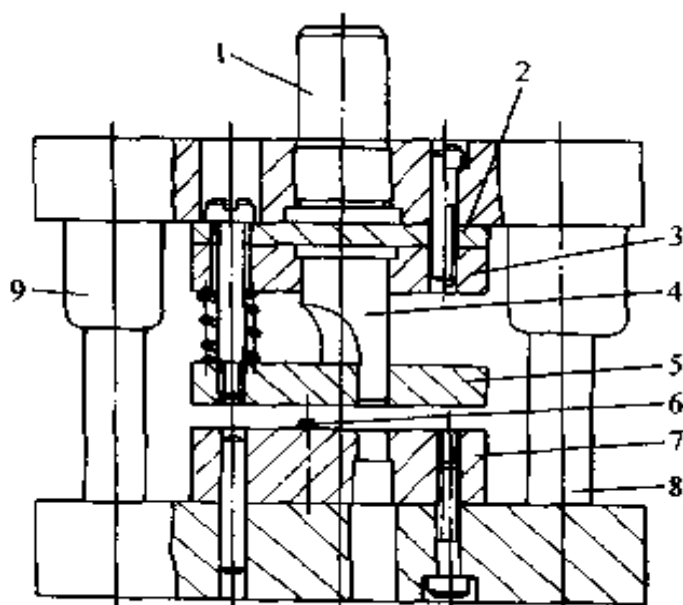


图 3-8 落料模

- 1—模柄 2—垫板 3—凸模固定板
4—凸模 5—卸料板 6—定位销
7—凹模 8—导柱 9—导套

有斜度，冲件不易滞留在刃孔内，同时减轻对刃壁的磨损，一次刃磨量较小，刃口尺寸随刃磨变化。凹模刃口的尺寸决定了落料尺寸，凸模和凹模间有刃口间隙。

在条料进给方向及其侧面，装有定位销，在条料进给时确定冲裁位置。工件从凹模的落料孔中排出，条料由卸料板从凸模上卸下，这种无导向弹压卸料板广泛用于薄板材料和零件要求平整的落料、冲孔、复合模等模具上的卸料，弹压元件可用弹簧或硬橡胶板，卸料效果好，操作方便。

28. 固定卸料式落料模结构有何特点？

答：落料模的结构很多，最简单的是由一个凸模和一个凹模组成。但由于这种结构的调整和使用不方便，因此只在产量很小，且对制件精度要求不高时采用。

图 3-9 所示为带有导向装置的固定卸料式落料模，采用标准模架，进料由固定挡料销和侧面导料板、侧压装置定位和导向。图中小顶料销用来防止制件吸附在凸模上，以利于出件。这种模具操作时动作多，生产率低，因而主要用于板料较厚，刚性较大的制件冲压，如果将固定卸料板换成弹压卸料板，则在冲压开始卸料板先把料压住，

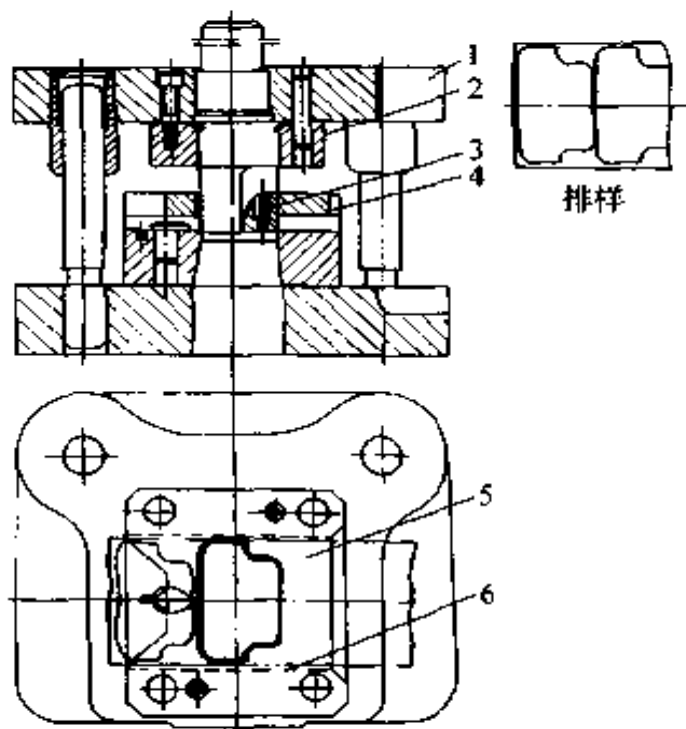


图 3-9 固定卸料式落料模

1—模架 2—凸模固定板 3—顶料销
4—固定卸料板 5—凹模 6—侧压装置

然后冲裁，这样即可对较薄板料进行冲压。

29. 顺装上出件落料模结构有何特点？

答：图 3-10 所示为顺装上出件落料模，制件进入凹模孔口后，再由弹顶装置向上顶出。其特点是：弹压卸料板 3 在冲裁前压住毛坯搭边，顶板 7 把板料压在凸模下平面上，从而使冲件比较平直，适合较薄板料的冲压。由于上出件，而且在上、下模之间出料和送料，因而对生产率有一定的影响，冲速不能太高，一般小于 200 次/min。如果把上、下模部分对换，即凹模装在上模部分，凸模装在下模部分，便成为倒装式落料模，此时制件从凹模中的推出，要利用压力机上的推料（件）机构或装在上模中的弹顶器。应该注意的是，推料力要分布均匀，以防产生偏斜。

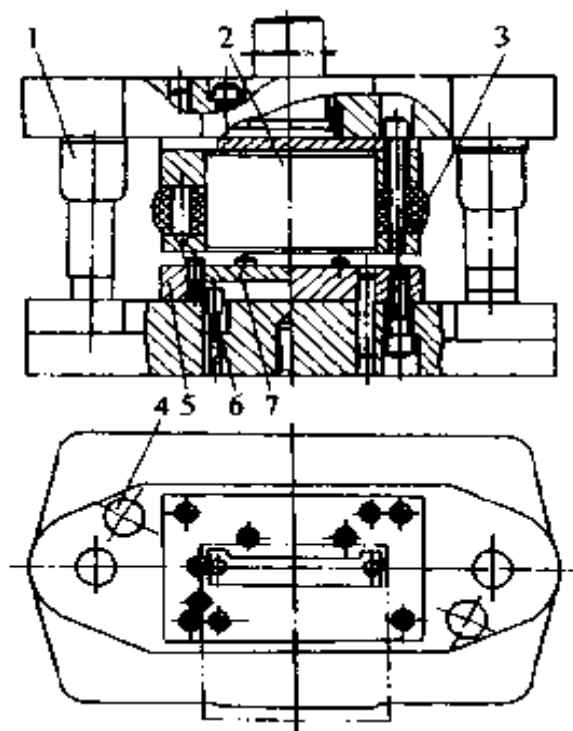


图 3-10 顺装上出件落料模

- 1—模架 2—凸模
3—弹压卸料板
4—限位柱 5—凹模
6—顶杆 7—顶板

30. 什么叫冲孔模？常用冲孔模有哪几种？

答：冲孔模是在落料板材或成形冲件上，沿封闭的轮廓分离出废料得到带孔制件的冲模。

常用冲孔模有：冲单孔的冲孔模、冲多孔的冲孔模、矩形件侧壁冲孔模、深孔冲模、深筒形件冲孔模等。

31. 冲单孔的冲孔模结构有何特点？

答：冲单孔的冲孔模结构大致与落料模相同。冲孔模的

凸模、凹模类似于落料模。但冲孔模所冲孔与工件外缘或工件原有孔的位置精度是由模具上的定位装置来决定的。常用的定位装置有定位销、定位板等。

32. 印制板冲孔模结构有何特点?

答:如图 3-11 所示是印制板冲孔模,属典型冲多孔的冲孔模,用于冲裁印制板小孔,孔径为 $\phi 1.3\text{mm}$,材料为复铜箔环氧板,厚 1.5mm 。为得到较大的压料力,防止孔壁分层,上模采用六个矩形弹簧。导板材料为 CrWMn,并淬硬至 $50\sim 54\text{HRC}$,凸模 3 采用弹簧钢丝,拉好外径后切断、打头,即可装入模具中使用。凸模与固定板间隙配合。下模为防止废料胀死,漏料孔扩大,工件孔距较近时,漏料孔可互相开通。

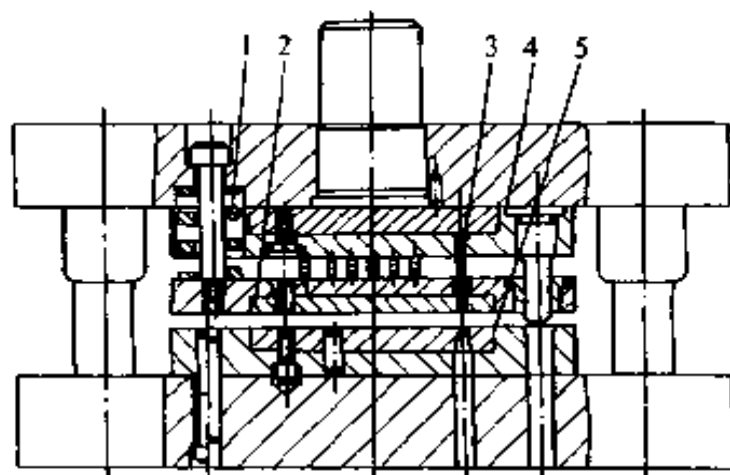


图 3-11 印制板冲孔模

1—矩形弹簧 2—导板 3—凸模
4—凸模固定板 5—凹模

33. 矩形件侧壁冲孔模结构有何特点?

答:如图 3-12 所示为矩形件侧壁冲孔模,适用于大型件冲孔。该模具的工作部分在压力机工作台之外,这样便于大型工件的定位与操作。另外,在凸模的另一侧装有橡胶形成平衡力矩,使模具工作平稳,可避免损伤刃口。生产时先

将制件套入凹模并靠紧定位板，然后进行冲孔。

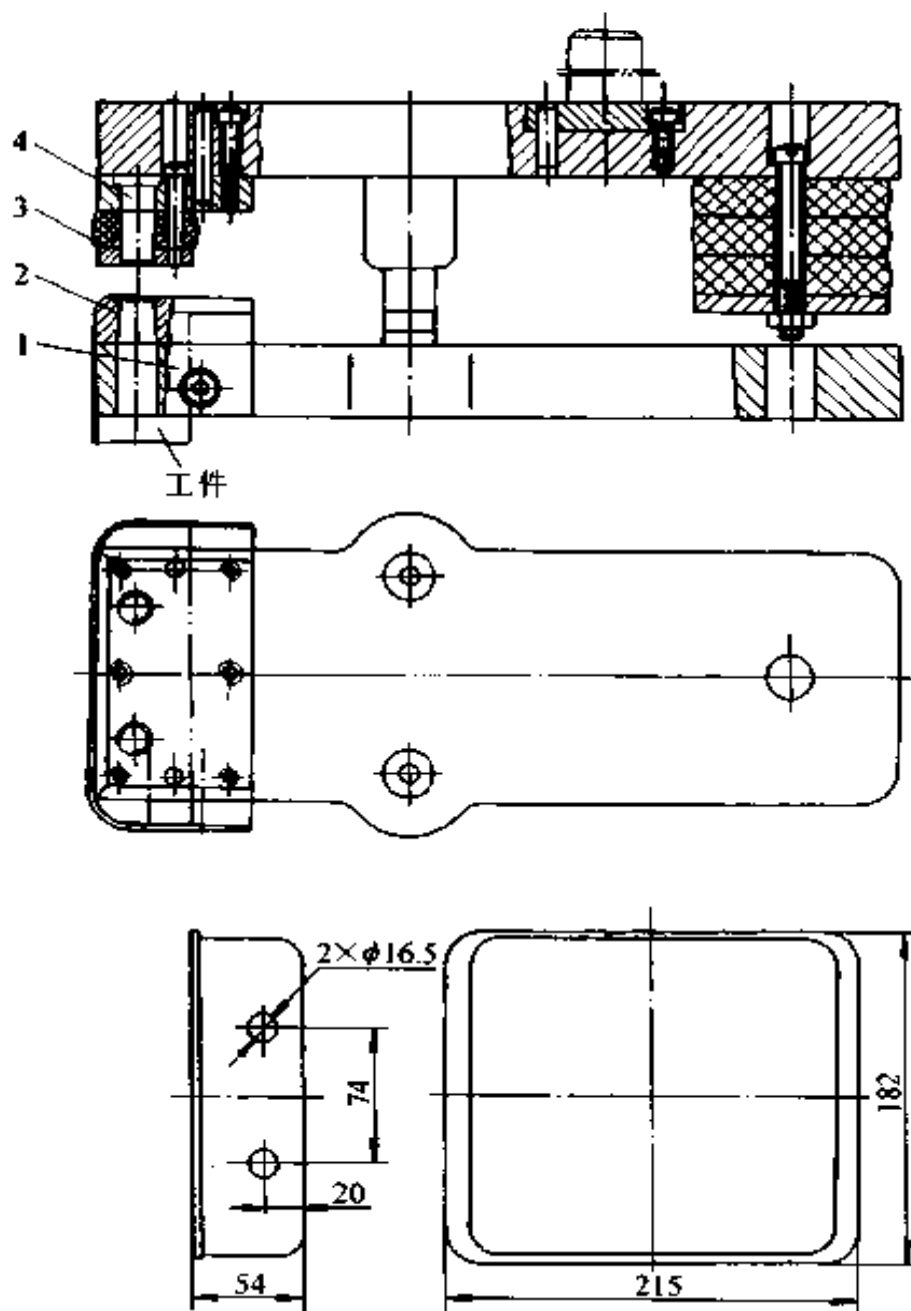


图 3-12 矩形件侧壁冲孔模

1—下模座 2—凹模 3—橡胶 4—凸模

34. 深孔冲模结构有何特点？

答：当孔深比 t/D （料厚/孔径） ≥ 1 ，即孔径等于或小于料厚时，采用深孔冲模结构。图 3-13 是深孔冲模的凸

模导向元件在工作过程中的始末情况。该结构给凸模以可靠的导向，主要特点是导向精度高，凸模全长导向并在冲孔周围先对材料加压。

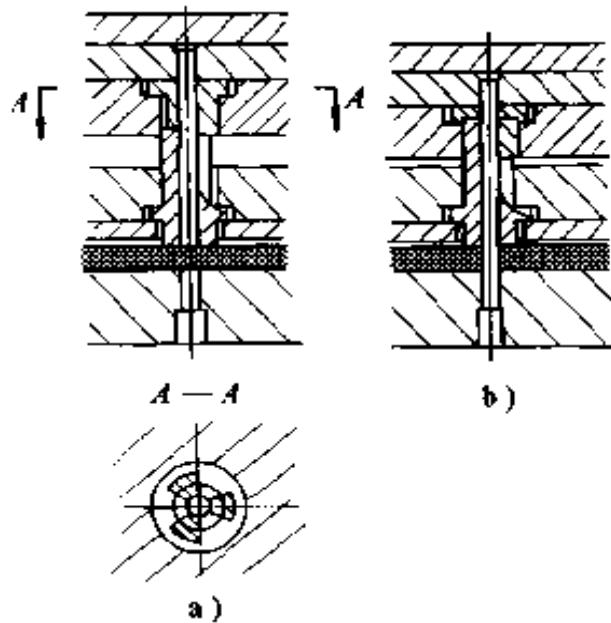


图 3-13 凸模导向元件在工作行程中的始末情况

a) 冲孔开始 b) 冲孔结束

35. 深筒形件冲孔模结构有何特点？

答：图 3-14 所示为深筒形件冲孔模，也是一种冲多孔的特殊冲孔模，要求其在筒形件底部 $\phi 17.5^{+0.05} \text{mm}$ 的圆周上一次冲出八个孔。由于压力机行程不够，故采用活动凹模。凸、凹模间隙由导柱 10 和导套 12 导向保证。冲压前，凹模 3 通过手柄 1 拉出，毛坯放入凹模，靠毛坯的定位键定位，然后将凹模推进，至定位销 2 挡住凹模侧面推不动为止。此时活动柱 13 恰好进入垫板 14 的凹坑，活动凹模进一步得到定位。这时上模即可往下冲孔，冲制件由顶杆 8 和推板 11 推出。为提高强度，凸模 6 和 7 的长度都较短。凹模采用镶拼式，以便于制造和维修。为便于刃磨凹模，将两个导柱装在上模，而将两个导套装在下模。导柱的顶端做成尖

锥形，有利于自动找正。凸模固定板 4、垫板 5 及固定架 9 的外径，比制件内孔小 0.5mm 左右。

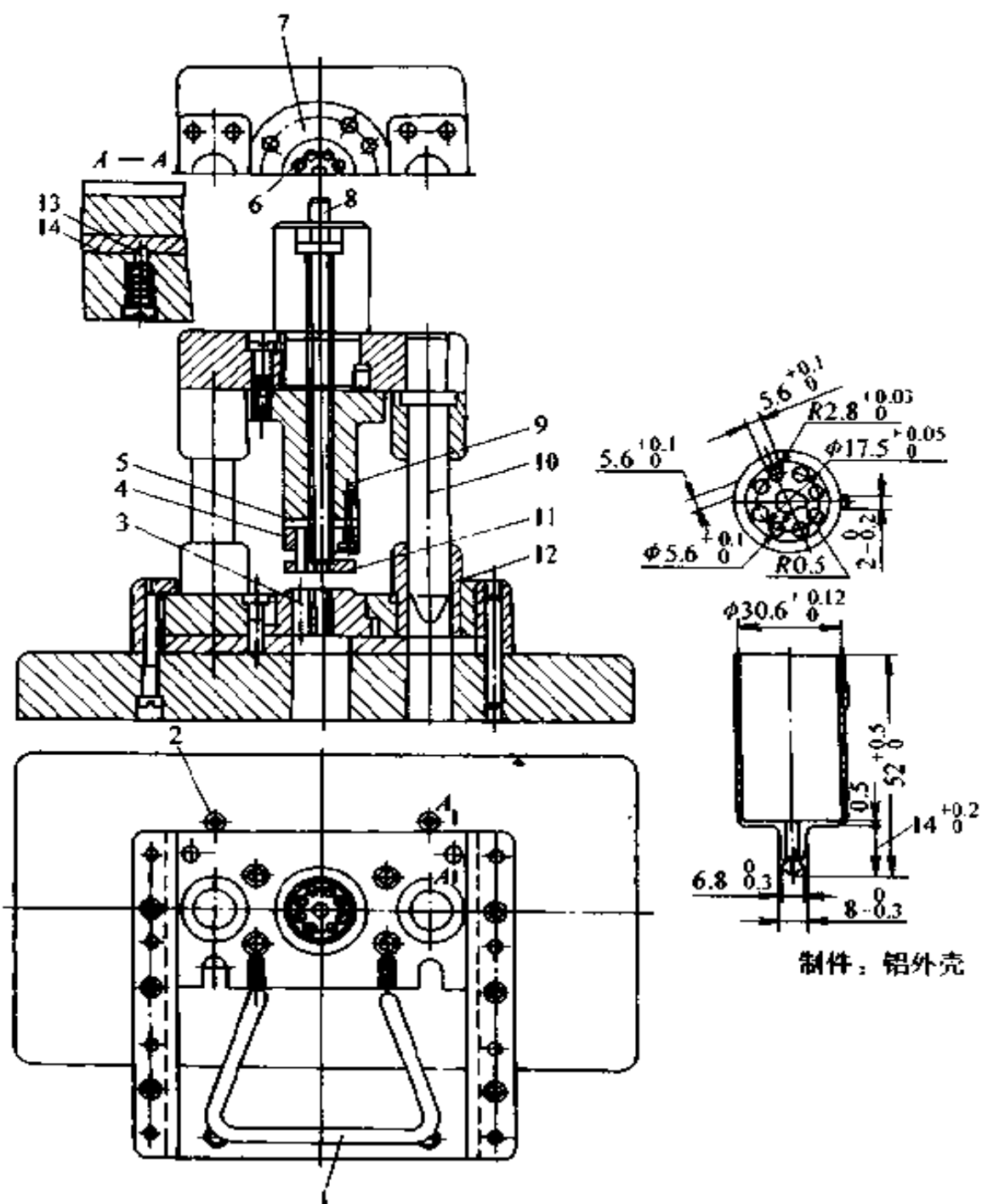


图 3-14 深筒形件冲孔模

- 1—手柄 2—定位销 3—凹模 4—凸模固定板
 5—垫板 6、7—凸模 8—顶杆 9—凸模固定架
 10—导柱 11—推板 12—导套 13—活动柱 14—垫板

36. 冲裁复合模结构有何特点？

答：冲裁复合模是只有一个工位，并在压力机的一次行程中同时完成落料与冲孔两道工序，如图 3-15 所示。

凸凹模既是落料凸模又是冲孔凹模，因此能保证冲件内外形之间的形状位置精度。

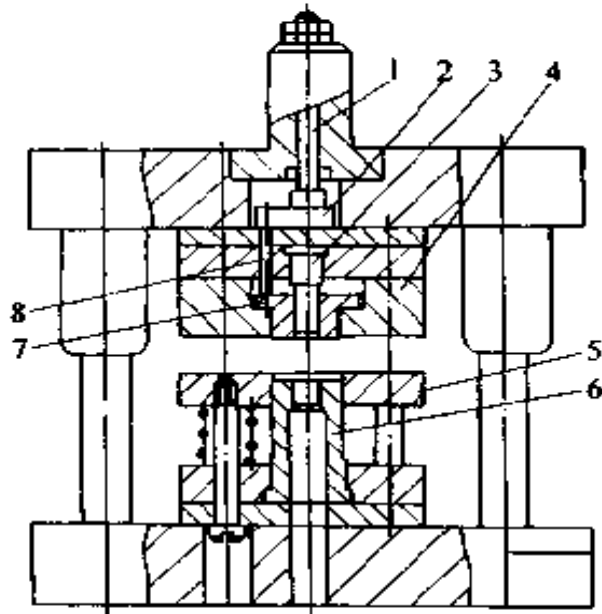


图 3-15 复合模

1—打杆 2—打板 3—冲孔凸模 4—落料凹模
5—卸料板 6—凸凹模 7—推块 8—推杆

37. 倒装复合模结构有何特点？

答：图 3-16 是带有浮动模柄 1 的倒装复合模，冲压时可自动送料，板料由卸料板 5 上的活动挡销 7 挡料送进，上模下行，由凸凹模 6 与凹模 4 和凸模将板料冲成制件。当上模开启上行时，推杆 2 在橡胶的压缩伸张力的作用下，使推板 3 将凹模内的制件推出，自动落下或由压缩空气吹走，凸凹模孔内废料由工作台孔下落。此类模具生产效率较高，广泛用于中小型薄料件的复合冲裁。

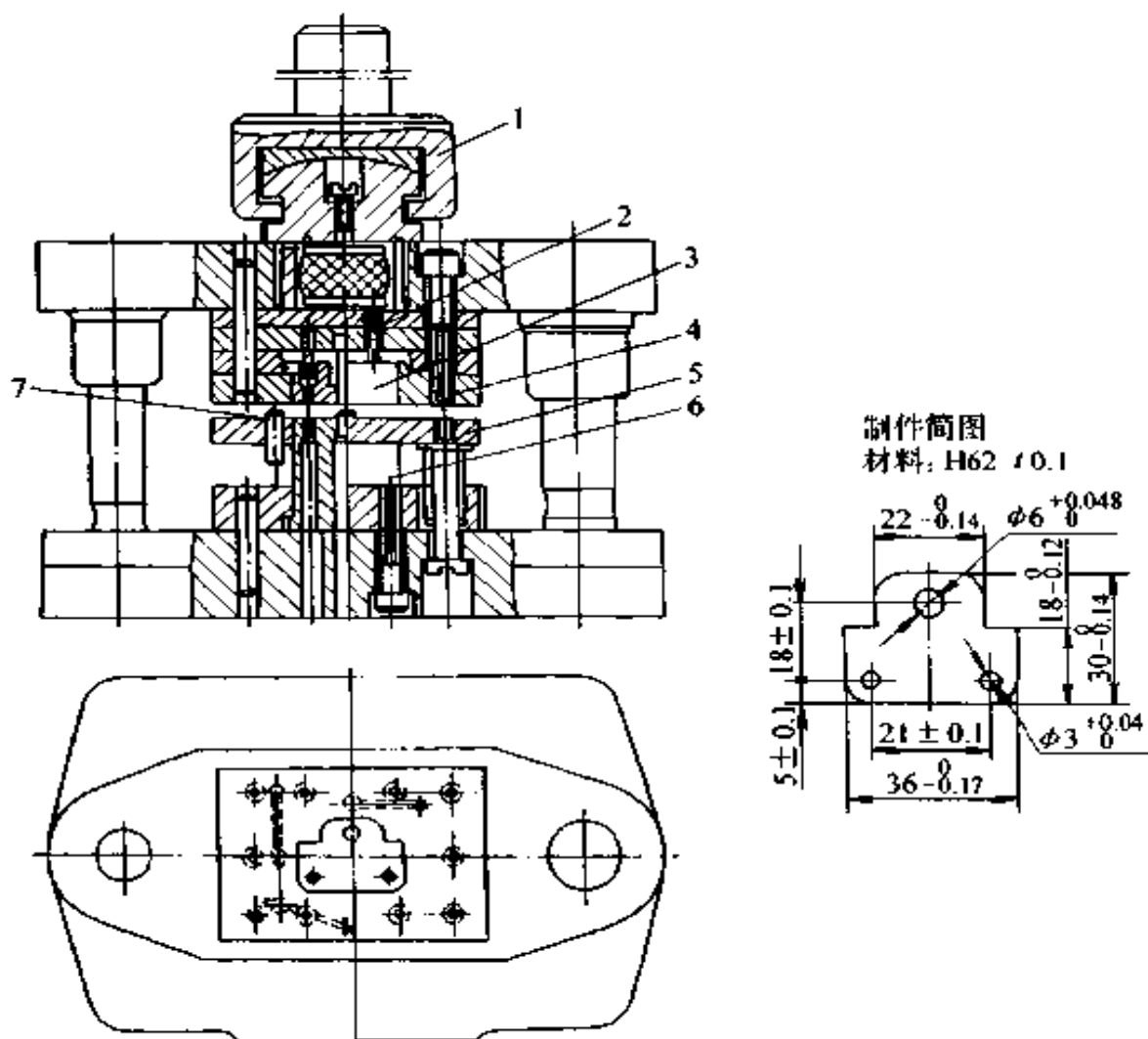


图 3-16 倒装复合模

1—浮动模柄 2—推杆 3—推板
4—凹模 5—卸料板 6—凸凹模 7—活动挡销

38. 切边模结构有何特点?

答：切除拉深筒形件多余边缘的模具叫作切边模。图 3-17 所示为矩形件浮动式切边模，凹模 8 置于凹模托板 6 上，凹模托板 6 与下模座孔形成 H9/h9 的间隙配合，并通过弹顶器（图中未画出）借助柱头螺钉 12，始终将凹模 8 往上顶。冲压前，将制件 7 放入凹模 8 内，由顶板 2 和弹簧 3 托住。为防止制件变形，制件内装有定位芯 9，其外形与制件内壁形成 H7/h7 配合。定位芯的高度与制件所需高度

相等。四根限位柱 11 用于控制凸模 10 下平面与凹模 8 上平面间的间隙，其值由料厚而定，一般取 0.05mm。

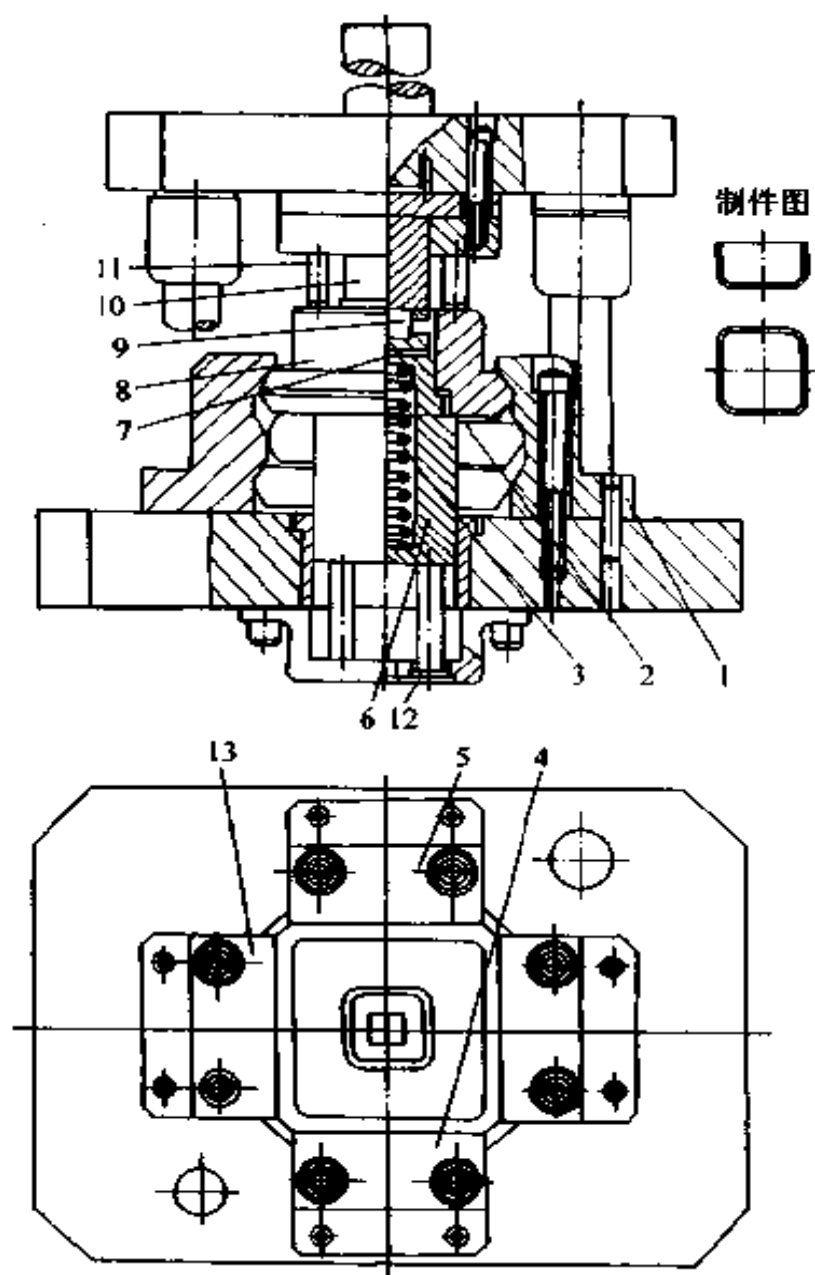


图 3-17 浮动式切边模

1、4、5、13—四周导板 2—顶板 3—弹簧 6—凹模托板
7—制件 8—凹模 9—定位芯 10—凸模 11—限位柱 12—螺钉

冲模工作时，上模借助压力机的压力，使凸模 10 先压住定位芯 9、制件 7、顶板 2 和弹簧 3，再往下凸模即要进

入凹模，但由于限位柱 11 的作用，凸模与凹模平面间保持着一定距离。此时，凹模与四周导板 1、13、4、5 始终保持接触。凹模在导板的轨迹中，不但作上、下运动，还作水平方向的前后、左右运动。凹模在作水平运动时，定位芯 9 也随之运动，即与凸模发生相对运动，并利用导板接触面的变化，使凹模按不同方向位移，依次把余边切掉。

39. 切断模结构有何特点？

答：将棒料或型材以及经剪板机剪成的条料继续切成精度要求不高的各种短料的冲模称切断模。

图 3-18 所示为用于窄料及薄板料的切断模。切断前，

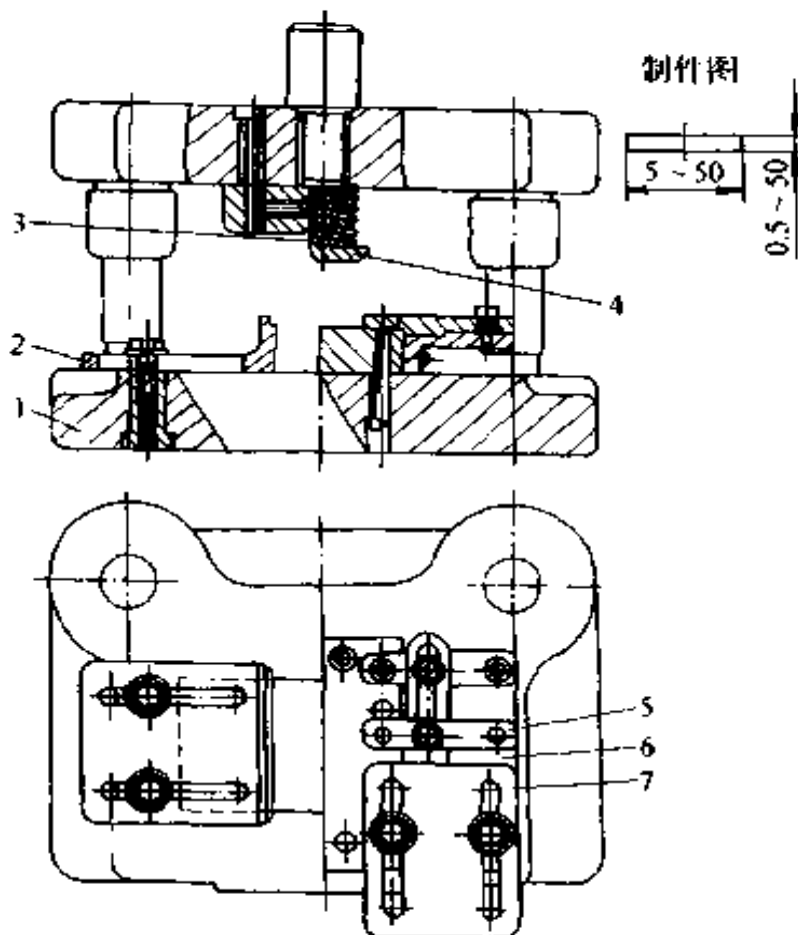


图 3-18 薄料切断模

- 1—下模座 2—挡料板 3—凸模
4—压料板 5—导向板 6—支架 7—导向板

根据制件的长度调整挡料板 2，然后将条料放在支架 6 上，根据料宽调节导向板 5 和 7，以保证顺利送料。上模下冲时，压料板 4 先将条料压紧，接着凸模 3 将料切断，制件沿下模座 1 的斜面孔落下。

40. 切圆角模结构有何特点？

答：如图 3-19 所示为通用切圆角模，它可冲制 $R12$ 、 $R15$ 、 $R18$ 、 $R20$ 、 $R25$ 、 $R30$ 等六种圆角，冲制前根据需要调整定位板即可。

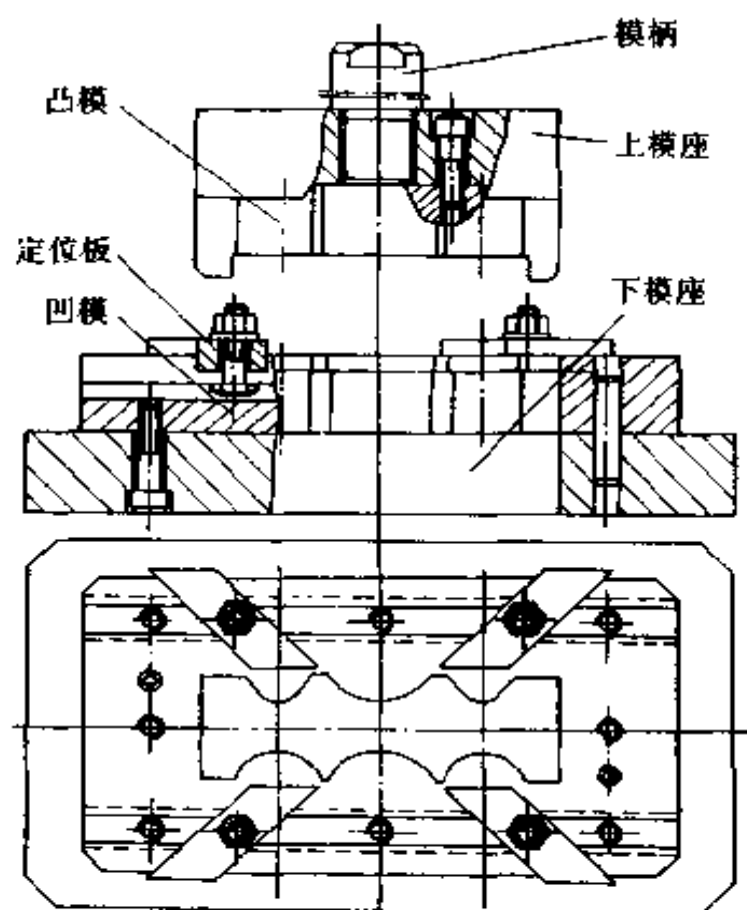


图 3-19 通用切圆角模

41. 剖切模结构有何特点？

答：把经过落料、拉深、切边、冲孔后的制件剖切成两件的冲模称为剖切模。图 3-20 剖切模的位置表示凸模已完全进入凹模，凹模由两件拼合而成。

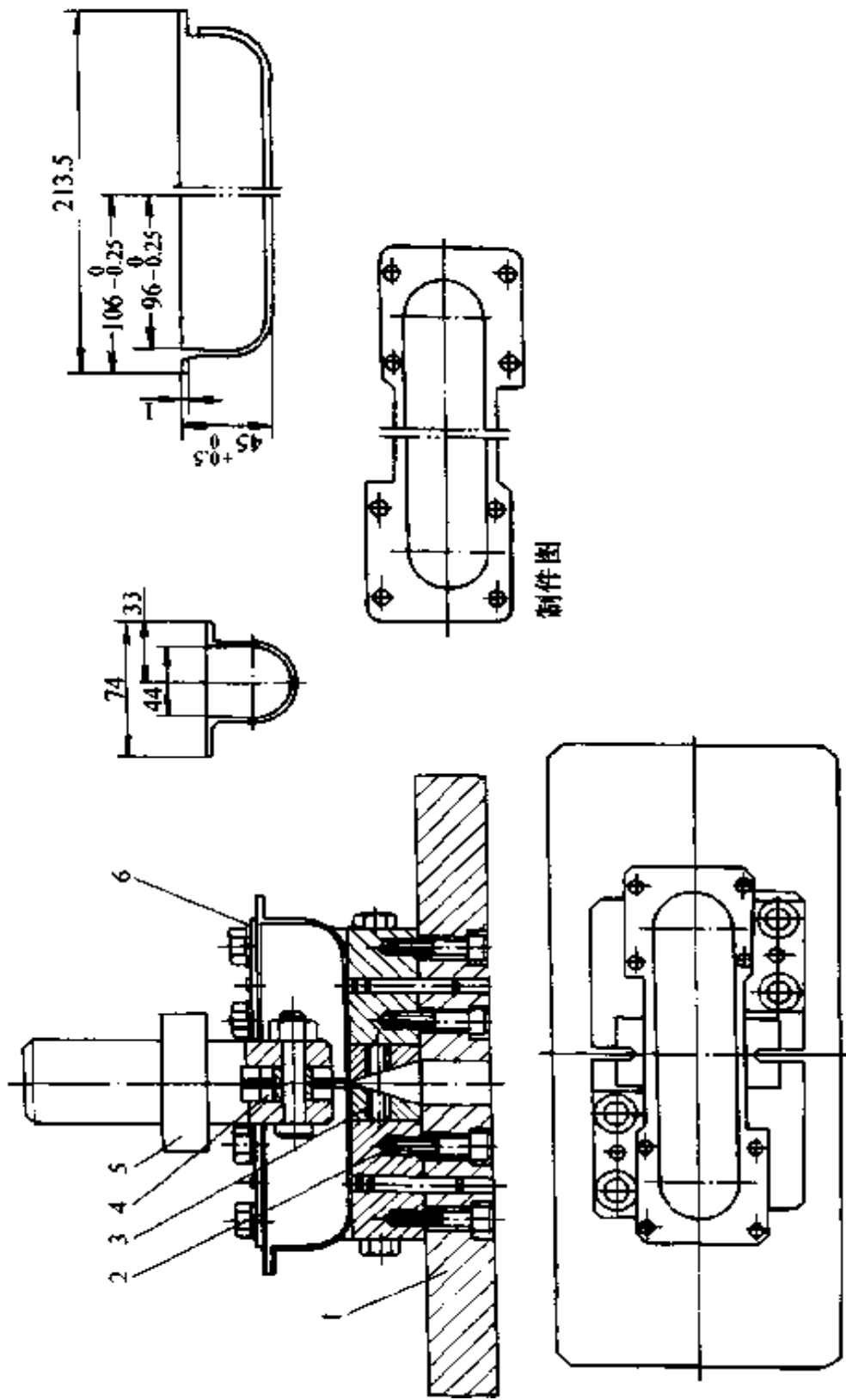


图 3-20 剖切模

- 1—下模座 2—凹模座 3—凹模
- 4—剖切刀 5—模柄 6—定位板

42. 复合模壁厚应如何确定？

答：复合模的凸凹模，其工作部分端面与制件平面完全一样，制件平面上孔与孔之间的边缘距离，实际就是复合模凸凹模壁厚，其最小值不可太小，可按表 3-12 经验值选用。为了增强凸凹模强度和减少孔内废料的胀力，可以采用增大凸凹模有效刃口以下部分的壁厚和将废料反向顶出的方法。

表 3-12 复合模最小壁厚 (mm)

制件材料	材料厚度 t		
	≤ 0.5	0.6~0.8	≥ 1
铝、纯铜	0.6~0.8	0.8~1.0	(1.0~1.2) t
黄铜、低碳钢	0.8~1.0	1.0~1.2	(1.2~1.5) t
硅钢、磷铜、中碳钢	1.2~1.5	1.5~2.0	(2.0~2.5) t

注：表中小值用于凸圆弧之间或凸圆弧与直线之间的最小距离，大值用于凸圆弧与凹圆弧之间或平行直线之间的最小距离。

43. 什么叫冲裁级进模？

答：冲裁级进模是在条料的送料方向上，具有两个以上的工位，并在压力机一次行程中，在不同的工位上完成两道或两道以上的冲压工序的冲模。

对孔边距较小的工件，采用复合模有困难，往往采取落料后冲孔，由两副模具来完成，如果采用级进冲模冲裁则用一副模具来完成。

为了保证冲裁零件形状间的相对精度，常采用定距侧刃和导正销定距的结构。

44. 定距侧刃的作用是什么？

答：采用冲裁级进模冲裁时，先在条料的侧边冲切一定形状的缺口，条料送进步距就以缺口定距。如图 3-21 所示。

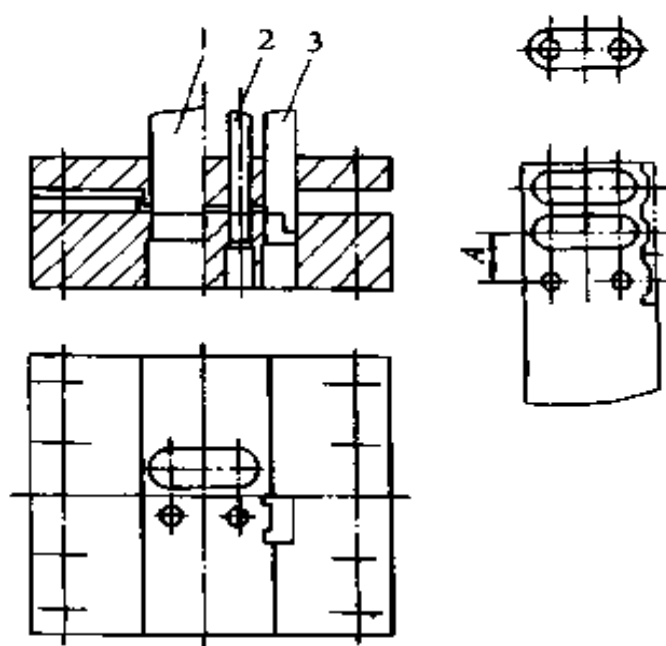


图 3-21 侧刃定距

1—落料凸模 2—冲孔凸模 3—侧刃

45. 什么叫导正销定距?

答：导正销在冲裁中，先进入预冲的孔中，导正材料的位置，保证孔与外形的相对位置，消除送料误差，称导正销定距。

在图 3-22 中，冲裁时第一步送料用手按压始用挡料销抵住条料端头，定位后进行第一次冲制，冲孔凸模在条料上冲孔。

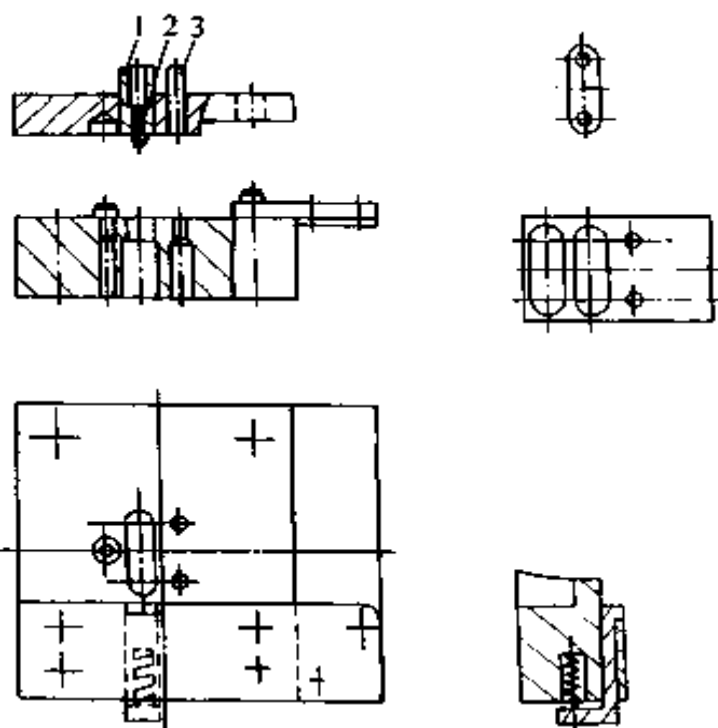


图 3-22 导正销定距

1—落料凸模 2—导正销 3—冲孔凸模

第一次冲裁后缩回始用挡料销，以后冲压不再使用。第二步把条料向前送至模具上落料的位置，条料的端头抵住固定挡料销初步定位，此时在第一步所冲的孔已位于落料位置上，当第二次冲裁时，落料凸模下降，装于落料凸模工作端的导正销首先插进原先冲好的孔内，将条料导正到准确的位置，然后冲下一个带孔的工件，同时冲孔凸模又在条料上预冲好后一次的孔，以后各次动作均与第二次相同。

46. 压筋、冲孔、落料级进模结构有何特点？

答：如图3-23所示冲裁级进模，制件经压筋、冲孔、

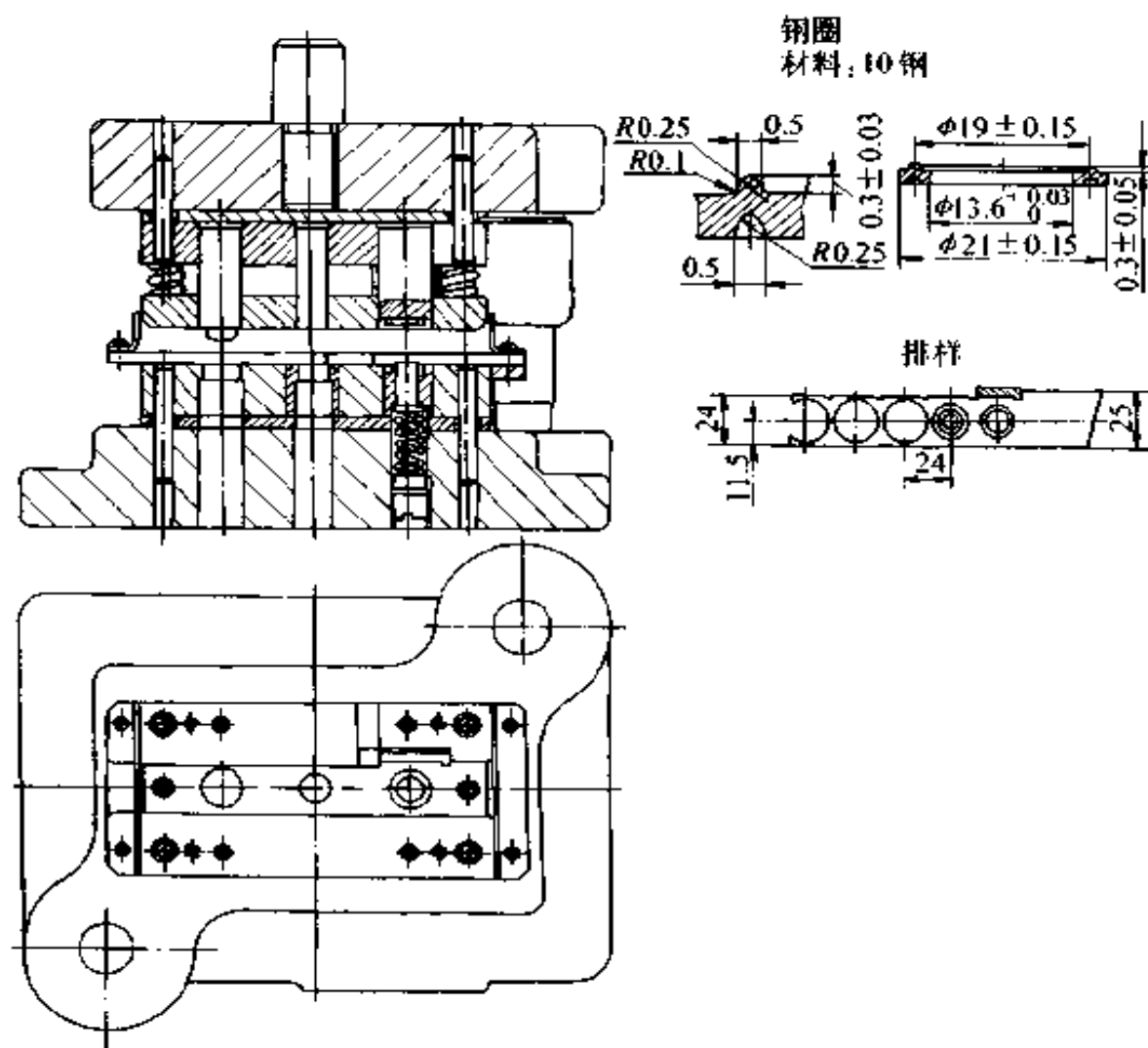


图 3-23 压筋、冲孔、落料级进模

落料而成。为保证制件内孔与外圆同轴，落料后以导正销定位后再冲外形，步距靠侧刃保证。由于冲外形时材料要向外胀，因此导料板导向尺寸应宽松些。

47. 冲裁模的设计与压力机有哪些关系？

答：为了合理设计模具和正确选用压力机，就必须进行冲裁力计算，见式（3-1）、式（3-2）。选择压力机吨位时，应将冲裁力乘以安全系数，其值一般为1.3。

冲模与压力机的闭合高度也有一定的配合关系，即

$$(H_{\max} - h_1) - 5 \geq h \geq (H_{\min} - h_1) + 10$$

式中 H_{\max} ——压力机的最大闭合高度（mm）；

H_{\min} ——压力机的最小闭合高度（mm）；

h_1 ——压力机垫板厚度（mm）；

h ——模具的闭合高度（mm）。

48. 冲裁件的公差等级有哪些？

答：冲裁件普通级的公差等级为 IT12~IT14。冲裁件精密级的公差等级为 IT9~IT12。冲裁件普通级的角度公差等级为 c 级。冲裁件精密级的角度公差等级为 m 级。

第四章 弯 曲 模

1. 什么叫弯曲？

答：将板材、型材或管材弯成一定曲率和一定角度的冲压工序称为弯曲。

根据采用的设备和工具的不同，弯曲分为压弯、滚弯、拉弯和转板。

2. 什么叫弯曲模？

答：弯曲模是将毛坯或半成品制件沿弯曲线弯成一定角度和形状的冲模。

3. 弯曲件的弯曲半径应如何选择？

答：弯曲件的弯曲半径不应过小或过大。弯曲半径过小，相对弯曲半径 r/t 小，弯曲的变形程度大，使毛坯外层纤维发生破坏，容易被弯裂；弯曲半径过大，因受到回弹的影响，弯曲角度和圆角半径的精度均不能保证。

4. 什么叫最小弯曲半径？各种材料的最小弯曲半径应如何选择？

答：在使毛坯外层纤维不发生破坏的条件下，能够弯成零件内表面的最小圆角半径称为最小弯曲半径，用 r_{\min} 表示，实际生产中用它来表示弯曲工艺的极限变形程度。

各种材料的最小弯曲半径可参照表 4-1 选择。

表 4-1 各种材料的最小弯曲半径 (mm)

材 料		弯曲线与轧 纹方向垂直	弯曲线与轧 纹方向平行
牌 号	状态		
08F、08Al		0.2 <i>t</i>	0.4 <i>t</i>
10、15		0.5 <i>t</i>	0.8 <i>t</i>
20		0.8 <i>t</i>	1.2 <i>t</i>
25、30、35、40 10Ti、13MoTi、16MnL		1.3 <i>t</i>	1.7 <i>t</i>
65Mn	退火	2.0 <i>t</i>	4.0 <i>t</i>
	硬	3.0 <i>t</i>	6.0 <i>t</i>
1Cr18Ni9	硬	0.5 <i>t</i>	2.0 <i>t</i>
	半硬	0.3 <i>t</i>	0.5 <i>t</i>
	软	0.1 <i>t</i>	0.2 <i>t</i>
1J79	硬	0.5 <i>t</i>	2.0 <i>t</i>
	软	0.1 <i>t</i>	0.2 <i>t</i>
3J1	硬	3.0 <i>t</i>	6.0 <i>t</i>
	软	0.3 <i>t</i>	0.6 <i>t</i>
3J53	硬	0.7 <i>t</i>	1.2 <i>t</i>
	软	0.4 <i>t</i>	0.7 <i>t</i>
TA1	硬	3.0 <i>t</i>	4.0 <i>t</i>
TA5	硬	5.0 <i>t</i>	6.0 <i>t</i>
TB2	硬	7.0 <i>t</i>	8.0 <i>t</i>
H62	硬	0.3 <i>t</i>	0.8 <i>t</i>
	半硬	0.1 <i>t</i>	0.2 <i>t</i>
	软	0.1 <i>t</i>	0.1 <i>t</i>
HPb59—1	硬	1.5 <i>t</i>	2.5 <i>t</i>
	软	0.3 <i>t</i>	0.4 <i>t</i>

(续)

材 料		弯曲线与轧纹方向垂直	弯曲线与轧纹方向平行
牌 号	状态		
BZn15—20	硬	2.0t	3.0t
	软	0.3t	0.5t
QSn6.5—0.1	硬	1.5t	2.5t
	软	0.2t	0.3t
QBe2	硬	0.8t	1.5t
	软	0.2t	0.2t
T2	硬	1.0t	1.5t
	软	0.1t	0.1t
L3、L4	硬	0.7t	1.5t
	软	0.1t	0.2t
LC4	淬火加人工时效	2.0t	3.0t
	软	1.0t	1.5t
LF5、LF6、LF21	硬	2.5t	4.0t
	软	0.2t	0.3t
LY12	淬火加自然时效	2.0t	3.0t
	软	0.3t	0.4t

注：1. t 为材料厚度。

2. 表中数值适用于下列条件：原材料为供货状态，90°角 V 形校正压弯，材料厚度小于 20mm，宽度大于 3 倍料厚，剪切面的光亮带在弯角外侧。

5. 影响最小弯曲半径的因素有哪些？

答：影响最小弯曲半径的因素有：

(1) 材料的力学性能 材料的塑性指标越高，最小弯曲

半径的数值越小。

(2) 弯曲线的方向 弯曲线与材料轧纹方向垂直时，最小弯曲半径的数值最小；平行时，数值最大。

(3) 板材的表面质量和剪切面质量 质量差会使材料的最小弯曲半径增大，清除毛刺和硬化层有利于提高弯曲的极限变形程度。

(4) 弯曲角。

(5) 板材的厚度。

6. 弯曲角对最小弯曲半径的影响程度如何？

答：弯曲角 α 较小时，变形区附近的直边部分也参与变形，对变形区外层濒于拉裂的极限状态有缓解作用，有利于降低最小弯曲半径。弯曲角对最小弯曲半径的影响见图 4-1。当 $\alpha < 70^\circ$ 时影响显著。

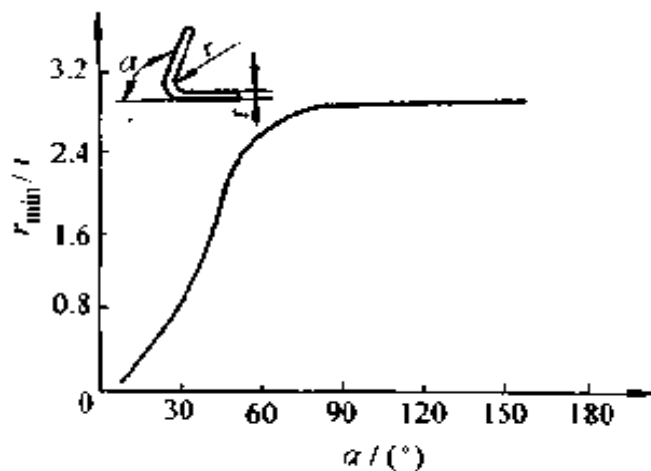


图 4-1 弯曲角对最小弯曲半径的影响

7. 料厚对最小弯曲半径的影响程度如何？

答：板材的厚度较小时，切应力变化梯度大，邻近的内层可起到阻止外表面金属产生局部的不稳定塑性变形的作用，这种情况下可获得较大的变形和较小的最小弯曲半径。料厚对最小弯曲半径的影响见图 4-2。

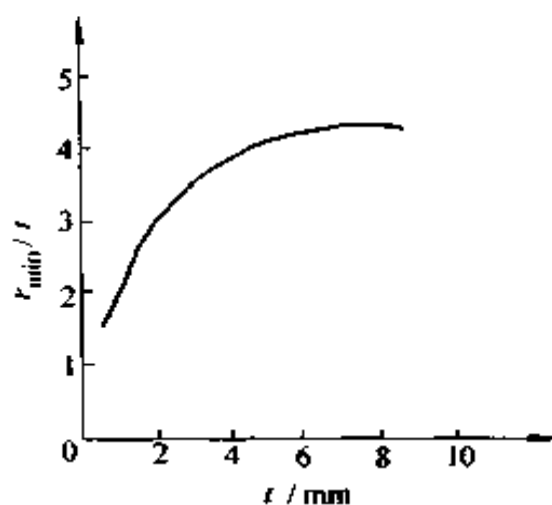


图 4-2 料厚对最小弯曲半径的影响

8. 弯曲件直边高度应如何确定？

答：弯曲件直边高度不宜太小，即使在弯曲半径 $r = 0$ 的情况下，也要使最小直边长度大于 $1.3t$ （如图 4-3a）。一般弯曲件直边高度 $H > 2t$ （如图 4-3b）。因为直边在模具上支持的长度过小，形不成足够的弯矩，很难得到形状正确的制件，甚至在尖角处产生裂纹（如图 4-4a），这时，可加大直边部分（如图 4-4b 中的 II），压弯后再切去多余部分。

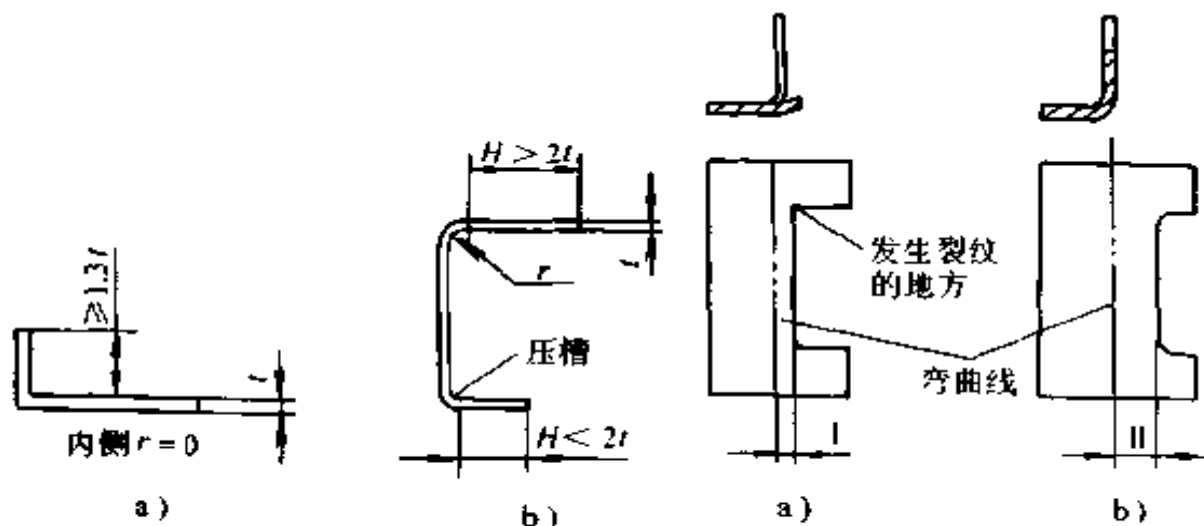


图 4-3 弯曲件直边高度

图 4-4 直边高度不同的两种制件

对于较厚的板料，也可采取先压槽再压弯的成形方法（见图 4-3b），也可得到形状较准确的制件，且这种弯曲半径还可取得更小。

9. 对阶梯形毛坯进行局部弯曲时应如何保证质量？

答：对阶梯形毛坯进行局部弯曲时（见图 4-5a），在弯曲线与外形轮廓线一致的情况下，由于不合理的变形，会使尖角部分开裂或发生畸变，这时应改变弯曲线的位置（见图 4-5b）。必要时，可在弯曲部分与不弯曲部分之间加工艺切槽或冲工艺孔（见图 4-5c、d、e）。其中：工艺槽深 $A > r$ （弯曲半径）或不小于 0.8mm，常取 $A = r + t + B/2$ ；工艺槽宽 $B > t$ 或不小于 2.5mm；工艺孔直径 $d \geq t$ 。

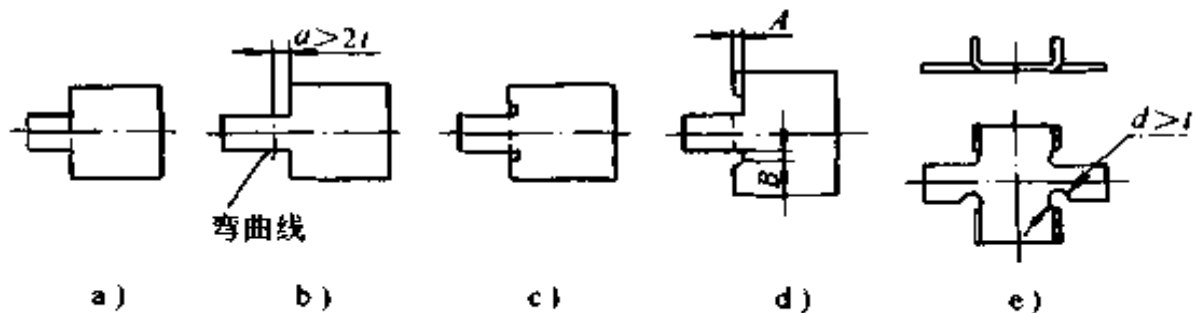


图 4-5 转移弯曲线位置与加工艺切槽

10. 有孔毛坯弯曲时应如何保证质量？其孔边距应如何确定？

答：对有孔毛坯进行弯曲时，若孔位于弯曲线附近，则会使孔变形（见图 4-6a）。为了避免孔变形，需使这些孔分布在变形区域之外（见图 4-6b）。孔边距弯曲半径 r 的中心距离 S 与料厚 t 有关，一般为： $t < 2\text{mm}$ 时，取 $S \geq t$ ； $t \geq 2\text{mm}$ 时，取 $S \geq 2t$ 。当孔边距弯曲半径 r 的中心距离过小，而弯曲件结构又允许时，可先在弯曲线上冲出工艺孔（见图 4-6c）或切出月牙槽（见图 4-6d），以转移变形区域，得到

所需孔的正确形状。如果制件对孔的精度要求较高，则最好在弯曲后再冲孔。

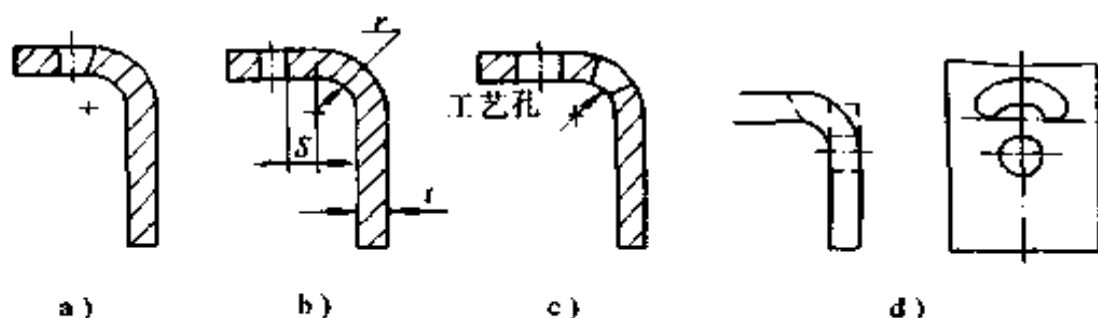


图 4-6 防止孔变形的措施

11. 什么叫弯曲回弹？弯曲回弹的表现形式有几种？

答：塑性弯曲和任何一种塑性变形一样，外载卸除以后，都伴随有弹性变形，使工件尺寸与模具尺寸不一致，这种现象称为回弹。

回弹的表现形式有两种，如图 4-7 所示。

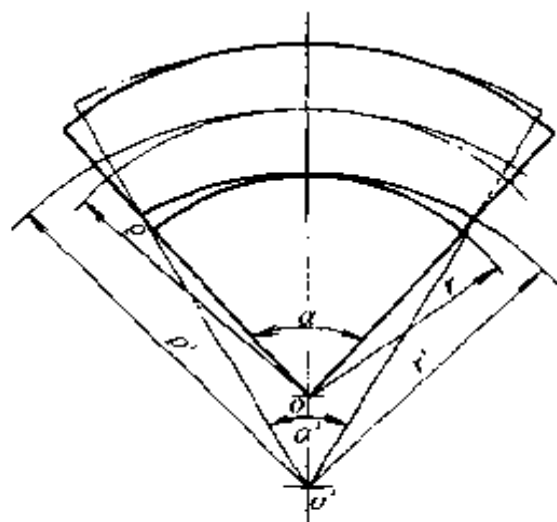


图 4-7 弯曲时的回弹

(1) 曲率减小 曲率由卸载前的 $1/\rho$ 减小至卸载后的 $1/\rho'$ 。回弹量 $\Delta k = 1/\rho - 1/\rho'$ 。

(2) 弯角减小 弯曲角由卸载前的 α 减小至卸载后的 α' 。回弹角 $\Delta\alpha = \alpha - \alpha'$ 。

12. 影响回弹的因素有哪些？

答：影响回弹的因素主要有：

1) 材料的力学性能。材料的屈服强度 σ_s 越大，硬化指数越大，弹性模量 E 越小，回弹量越大。

2) 相对弯曲半径 r/t 。 r/t 减小，变形程度增大，回弹量减小。

3) 弯曲角 α 。 α 越大, 变形区长度越大, 回弹角 $\Delta\alpha$ 越大, 但对曲率的回弹量无影响。

4) 弯曲条件。

13. 弯曲条件主要从哪几方面影响回弹?

答: 弯曲条件主要从以下方面影响回弹:

1) 弯曲方式及模具结构。不同的弯曲方式和模具结构, 对毛坯弯曲过程、受力状态及变形区和非变形区都有关系, 直接影响回弹的数值。

2) 弯曲力。弯曲工艺经常采用带有一定校正成分的弯曲方法, 校正力对回弹量有影响, 对单角弯曲和双角弯曲影响也各不相同。

3) 模具的几何参数。

4) 摩擦。模具和毛坯表面的摩擦, 使变形区产生切向拉应力时, 有利于减小弯曲的回弹。

14. 模具的几何参数从哪几方面对回弹产生影响?

答: 模具的几何参数, 主要是凸模、凹模圆角半径和凸模、凹模的间隙对回弹影响较大, 见图 4-8~图 4-10。

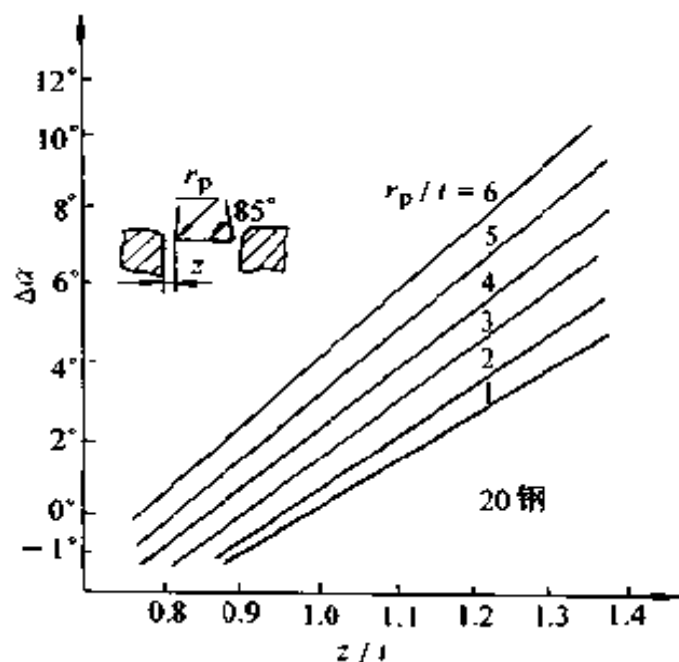


图 4-8 间隙对回弹的影响

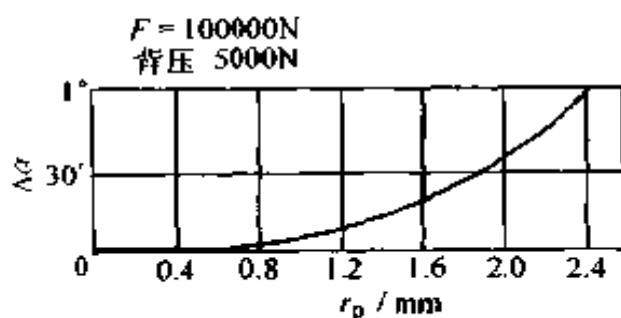


图 4-9 凸模圆角对回弹的影响

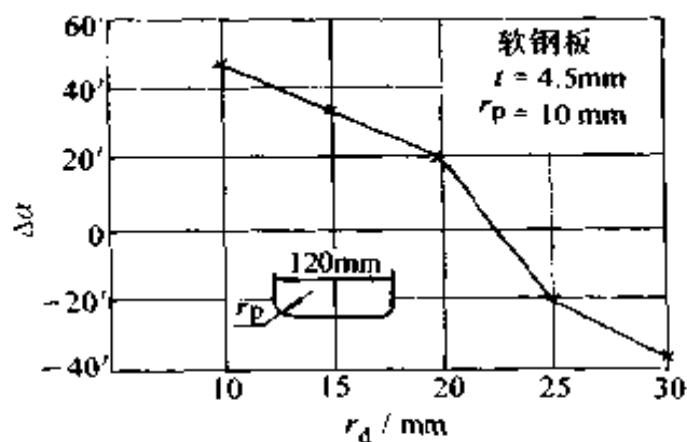


图 4-10 凹模圆角对回弹的影响

15. 08、10 钢作 V 形弯曲时回弹角如何确定？

答：08、10 钢作 V 形弯曲时，不同弯曲角、不同相对弯曲半径时的回弹角 $\Delta\alpha$ 可按图 4-11 选择确定。

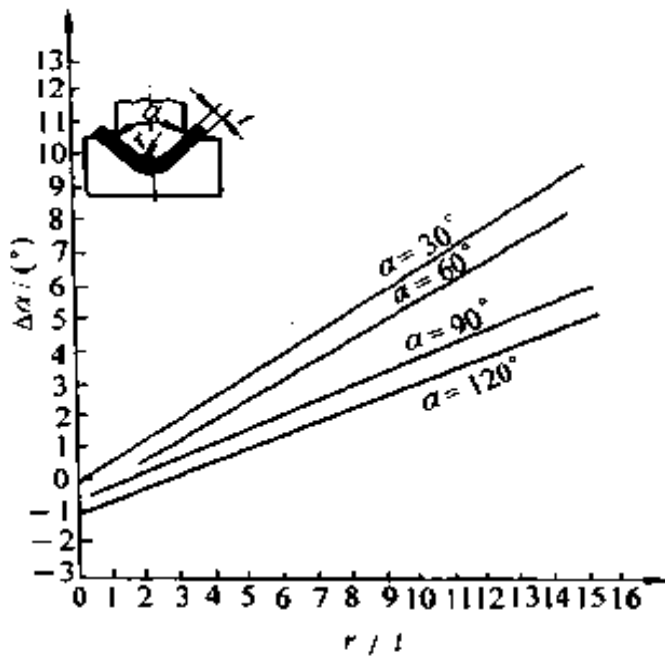


图 4-11 08、10 钢弯曲时的回弹角 $\Delta\alpha$

16. 15、20 钢作 V 形弯曲时回弹角如何确定？

答：15、20 钢作 V 形弯曲时，不同弯曲角、不同相对弯曲半径时的回弹角 $\Delta\alpha$ 可按图 4-12 选择确定。

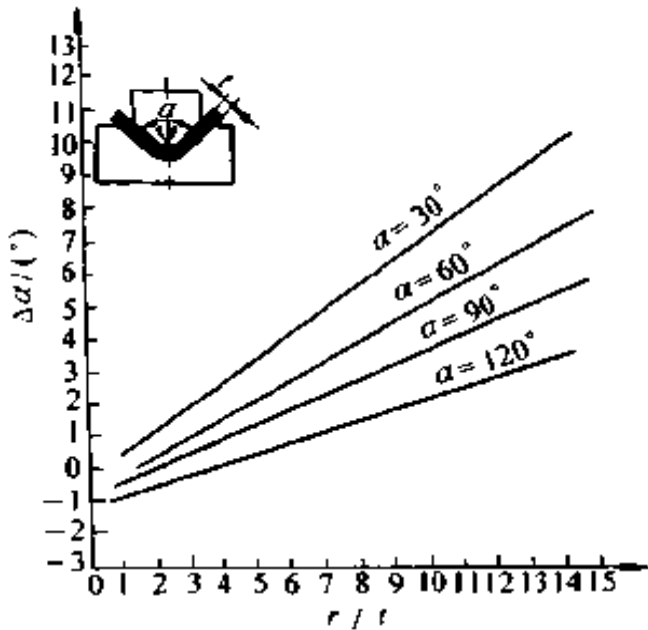


图 4-12 15、20 钢弯曲时的回弹角 $\Delta\alpha$

17. 25、30 钢作 V 形弯曲时回弹角如何确定？

答：25、30 钢作 V 形弯曲时回弹角按不同弯曲角、不同相对弯曲半径的选择确定见图 4-13。

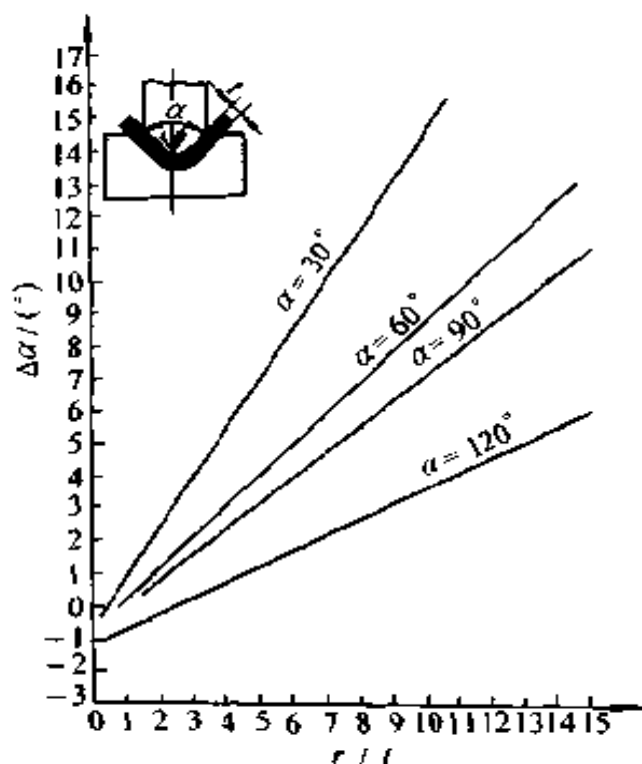


图 4-13 25、30 钢弯曲时的回弹角 $\Delta\alpha$

18. 35 钢作 V 形弯曲时回弹角如何确定?

答: 35 钢作 V 形弯曲时, 不同弯曲角、不同相对弯曲半径时的回弹角 $\Delta\alpha$ 的选择确定见图 4-14。

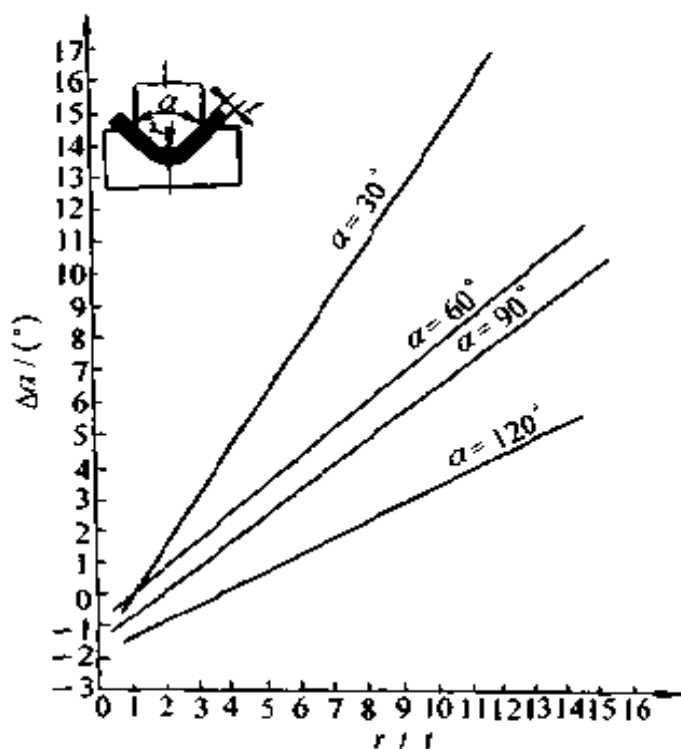


图 4-14 35 钢弯曲时的回弹角 $\Delta\alpha$

19. 如何用补偿法修正凸模来减小弯曲回弹?

答：补偿法就是利用弯曲毛坯不同部位的回弹规律，适当地调整各种影响因素（模具的圆角半径、间隙、开口宽度、顶件板的反压、校正力等），修正凸模和凹模工作部分的几何尺寸和几何形状来补偿或抵消回弹。

例如单角弯曲时，根据制件可能产生的回弹量，将凸模圆角半径与角度预先做小，以补偿回弹作用。在带有压料板的单角弯曲中，将回弹角做在凹模上，使凹模的工作部分具有一定斜度，并且凸、凹模的间隙等于最小料厚，如图 4-15 所示。对于双角弯曲，可将凸模两侧分别做出等于回弹角向上的倾斜度或将凸模端面做成弧形。卸载时利用弯曲件底部的回弹来补偿两个圆角部分的回弹，如图 4-16 所示。

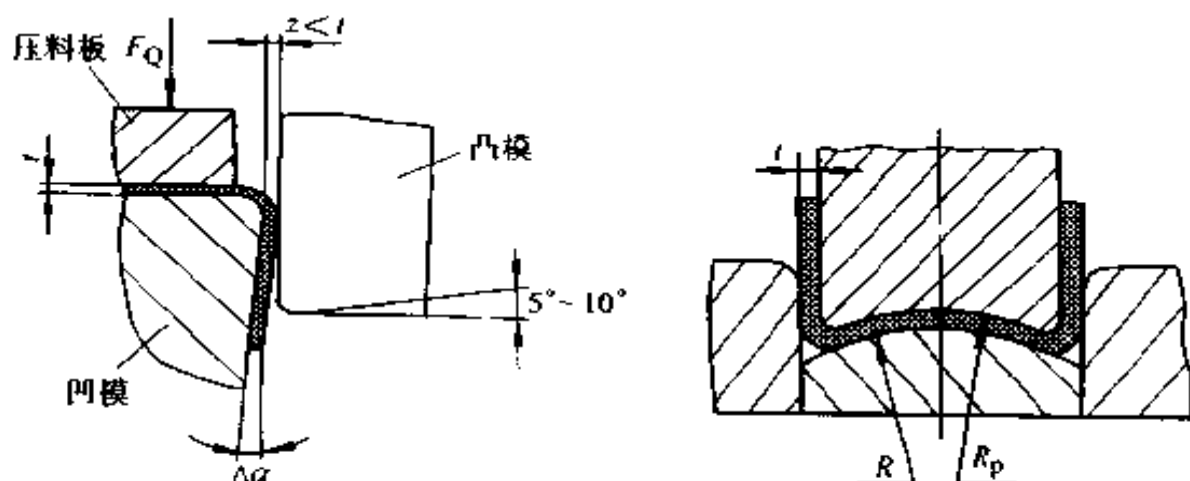


图 4-15 带压料板的单角弯曲

图 4-16 弧形凸模的补偿作用

20. 如何用校正法修正凸模来减小弯曲回弹?

答：对于料厚在 0.8mm 以上的材料，塑性比较好，弯曲半径不大，在接触凹模中作限制弯曲，制件与模具贴合后，以附加压力校正弯曲变形区，使压区沿着切向产生拉伸线应变，卸载后拉压两区纤维的回弹作用相互抵制，可减少回弹量，这种方法即校正法。常见的是将弯曲凸模做成局部

突起的形状或减小圆角部分的模具间隙，使凸模力集中作用在弯曲变形区，改变变形区外侧受拉、内侧受压的应力状态，变为三向受压的应力状态，改变了回弹性质，达到减少回弹的目的，如图 4-17 所示。

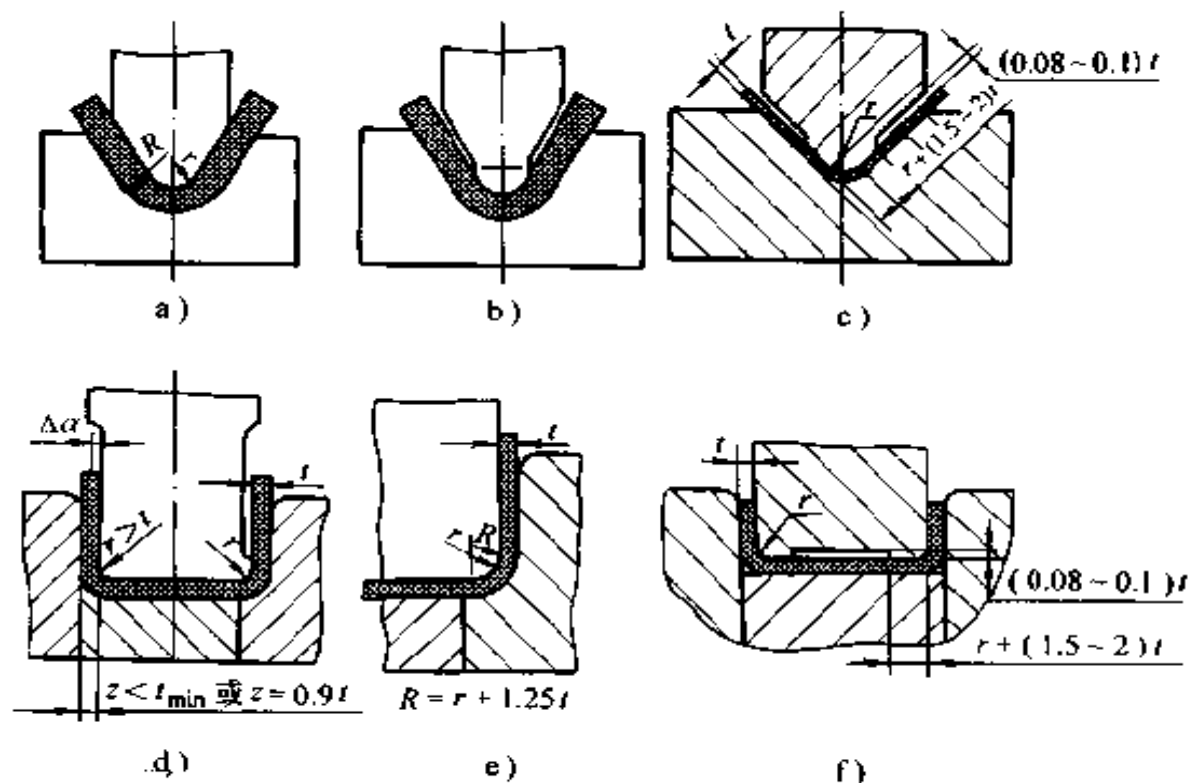


图 4-17 用校正法修正凸模

a)、e) 圆角部分间隙减小的弯曲

b)、c) 凸模局部突起的单角弯曲 d)、f) 凸模局部突起的双角弯曲

21. 如何采用带摆动块的凹模结构减小弯曲回弹?

答：采用带摆动块的凹模结构减小弯曲回弹，如图 4-18 所示，将回弹角做在凸模上，使凸模的工作部分具有一定向下的斜度，利用弯角部分摆动块的作用，使凸、凹模的间隙等于最小料厚，从而达到减少弯曲回弹的目的。

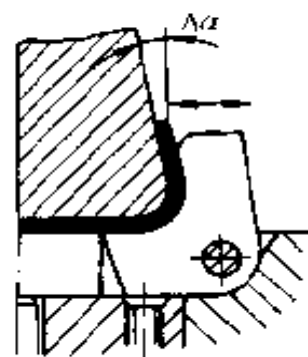


图 4-18 带摆动块的凹模结构

22. 如何采用提高工件结构刚性的方法减小弯曲回弹?

答：采用提高工件结构刚性的方法既可增加制件刚度，又可减小回弹量，主要方法是在制件上弯角部位压制加强筋，如图 4-19 所示。

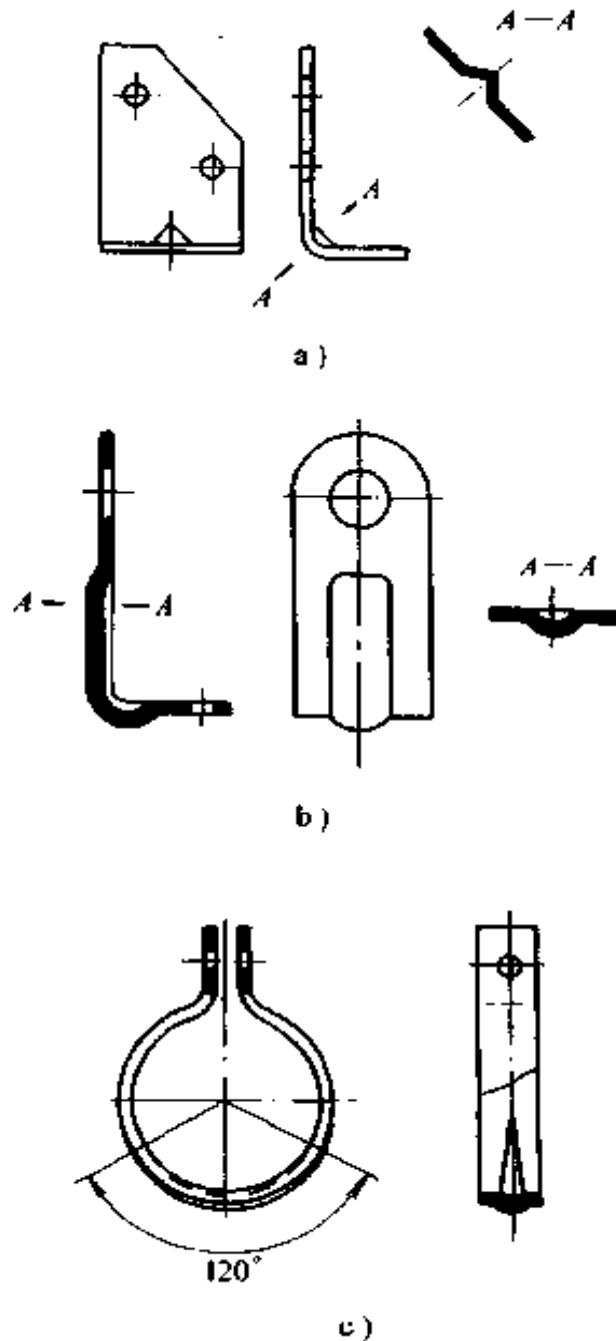


图 4-19 在制件上压制加强筋

a) 在弯角部位加三角筋

b) 在弯角部位加条形筋 c) 在环箍上加筋

23. 为什么采用拉弯可以减小弯曲回弹?

答: 采用拉弯, 如图 4-20 所示, 毛坯弯曲时加以切向拉力, 改变了毛坯横截面内的应力分布, 使之趋于均匀, 内、外两侧都受拉, 从而减小了回弹。

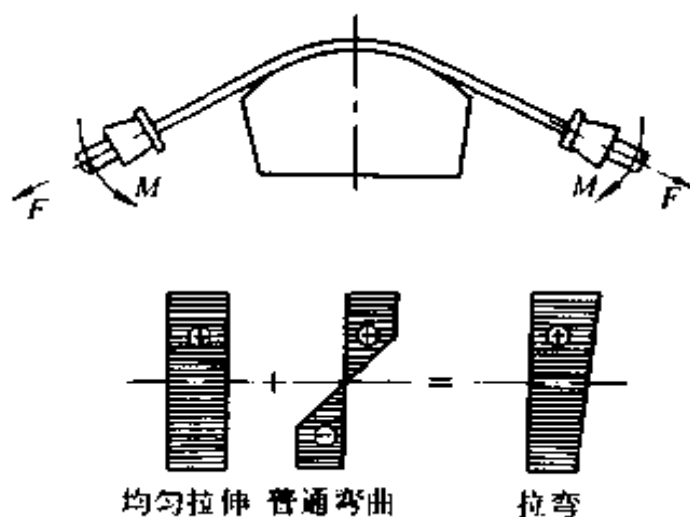
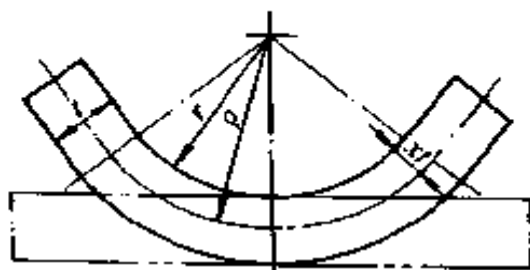


图 4-20 拉弯

24. 什么叫弯曲件的中性层? 中性层的曲率半径如何计算?

答: 板料在弯曲过程中, 外层受到拉应力, 线应变伸长; 内层受到压应力, 线应变缩短。从拉到压之间有一个既不受拉又不受压的过渡层, 即中性层。中性层在弯曲过程中的长度和弯曲前一样, 保持不变, 所以中性层是计算弯曲件展开长度的基准。




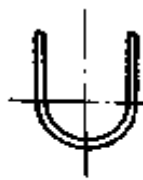


中性层的曲率半径 ρ 如图 4-21 所示。

中性层曲率半径 ρ (mm) 可按式 (4-1) 计算

$$\rho = r + xt \quad (4-1)$$

式中 x ——中性层位移系数，按表 4-2 选取。

表 4-2 中性层位移系数 x

r/t	弯 曲 形 式			
				
0.3	0.1	0.21	—	—
0.5	0.14	0.23	0.1	0.77
0.6	0.16	0.24	0.11	0.76
0.7	0.18	0.25	0.12	0.75
0.8	0.2	0.26	0.13	0.73
0.9	0.22	0.27	0.14	0.72
1	0.23	0.28	0.15	0.70
1.1	0.24	0.29	0.16	0.69
1.2	0.25	0.30	0.17	0.67
1.3	0.26	0.31	0.18	0.66
1.4	0.27	0.32	0.19	0.64
1.5	0.28	0.33	0.20	0.62
1.6	0.29	0.34	0.21	0.60
1.8	0.30	0.35	0.23	0.56
2.0	0.31	0.36	0.25	0.54
2.5	0.32	0.38	0.28	0.52
3	0.33	0.41	0.32	0.50
4	0.36	0.45	0.37	0.50
5	0.41	0.48	0.42	0.50
6	0.46	0.50	0.48	0.50

注：1. 本表适用于低碳钢。

2. 表中 V 形压弯角度按 90° 考虑，当弯曲角 $\alpha < 90^\circ$ 时， x 应适当减小，反之应适当增大。

25. 弯曲件展开长度应如何计算？举例说明。

答：由于弯曲前后中性层的长度不变，因此弯曲毛坯的展开长度为直线部分的长度和与弯曲部分的中性层长度之和。

例：弯曲如图 4-22 所示制件，求毛坯展开长度。

解：根据

$$L = \sum l_{\text{直}} + \sum l_{\text{弯}}$$

其中

$$\sum l_{\text{直}} = AB + DE$$

$$\sum l_{\text{弯}} = \widehat{BD}$$

于是， $AB = AC - BC = 35 - (9 + 1) \cot \frac{60^\circ}{2} = 17.679\text{mm}$

$$DE = CE - CD = 50 - (9 + 1) \cot \frac{60^\circ}{2} = 32.679\text{mm}$$

$$\widehat{BD} = \frac{\pi (180^\circ - 60^\circ)}{180^\circ} (r + xt)$$

查表 4-2， $r/t = 9/1 \geq 6$ ，取 $x = 0.5$

$$\text{则有 } \widehat{BD} = \frac{\pi (180^\circ - 60^\circ)}{180^\circ} (9 + 0.5 \times 1) = 19.886\text{mm}$$

$$\text{则 } L = AB + DE + \widehat{BD}$$

$$= 17.679\text{mm} + 32.679\text{mm} + 19.886\text{mm}$$

$$= 70.244\text{mm}$$

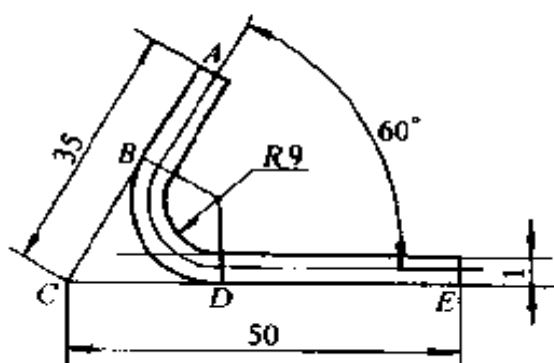


图 4-22 60°角弯曲件

26. 弯曲力应如何计算？

答：弯曲力是设计模具和选择压力机的重要依据。因为影响弯曲力的因素很多，包括材料的性能、工件的形状、弯曲的方法以及模具的结构等，很难用理论方法准确计算，所

以，在生产中通常采用表 4-3 所列的经验公式进行弯曲力估算。

表 4-3 计算弯曲力的经验公式

弯曲方式	简 图	经验公式	备 注
V形自由弯曲		$F = \frac{Cbt^2\sigma_b}{2L}$ $= Kbt\sigma_b$ $K \approx$ $\left(1 + \frac{2t}{L}\right) \frac{t}{2L}$	<p>F—弯曲力 (N)</p> <p>b—弯曲件宽度 (mm)</p> <p>σ_b—抗拉强度 (MPa)</p> <p>t—料厚 (mm)</p> <p>$2L$—支点内距离 (mm)</p> <p>r_p—凸模圆角半径 (mm)</p> <p>C—系数</p> <p>K—系数</p>
V形接触弯曲		$F = 0.6 \frac{Cbt^2\sigma_b}{r_p + t}$ $C = 1 \sim 1.3$	
U形自由弯曲		$F = Kbt\sigma_b$ $K = 0.3 \sim 0.6$	
U形接触弯曲		$F = 0.7 \frac{Cbt^2\sigma_b}{r_p + t}$ $C = 1 \sim 1.3$	

27. 校形弯曲的校形力应如何计算?

答: 校形弯曲的校形力可用下面经验公式计算:

$$F_c = Aq \quad (4-2)$$

式中 F_c ——校形弯曲的校形力 (N);

A ——校形部分投影面积 (mm^2);

q ——校形所需单位压力 (MPa), 见表 4-4。

表 4-4 校形弯曲时的单位压力 (MPa)

材 料	材料厚度 t/mm	
	<3	3~10
铝	30~40	50~60
黄 铜	60~80	80~100
10~20 钢	80~100	100~120
25~35 钢	100~120	120~150
钛合金 TB3	160~200	200~260

28. 弯曲件长度自由公差如何确定?

答: 弯曲件长度自由公差按表 4-5 确定。

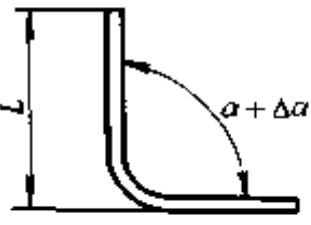
表 4-5 弯曲件长度自由公差 (mm)

长度尺寸		3~6	>6 ~18	>18 ~50	>50 ~120	>120 ~260	>260 ~500
材料厚度	≤ 2	± 0.3	± 0.4	± 0.6	± 0.8	± 1.0	± 1.5
	>2~4	± 0.4	± 0.6	± 0.8	± 1.2	± 1.5	± 2.0
	>4	—	± 0.8	± 1.0	± 1.5	± 2.0	± 2.5

29. 弯曲件角度自由公差如何确定?

答: 弯曲件角度自由公差按表 4-6 确定。


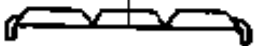

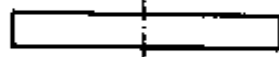



表 4-6 弯曲件角度自由公差

	L/mm	≤ 6	> 6 -10	> 10 -18	> 18 -30	> 30 -50
	$\Delta\alpha$	$\pm 3^\circ$	$\pm 2^\circ 30'$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ 15'$
	L/mm	> 50 -80	> 80 -120	> 120 -180	> 180 -260	> 260 -360
	$\Delta\alpha$	$\pm 1^\circ$	$\pm 50'$	$\pm 40'$	$\pm 30'$	$\pm 25'$

30. 弯曲件的工序应如何安排?

答：根据弯曲件的结构工艺性，对弯曲件安排弯曲工序时，应仔细分析弯曲件的具体形状、精度和材料性能。特别小的工件，尽可能采用一次弯曲成形的复杂弯曲模，这样有利于定位和操作。当弯曲件本身带有单面几何形状；在模具结构上采用成对弯曲，弯曲后再切开，这样既改善模具的受力状态，又可防止弯曲毛坯的滑移。多次弯曲时，应先弯外角后弯内角，并应使后一次弯曲不影响前一次弯曲部分，以及前一次弯曲必须使后一次弯曲有适当的定位基准。见表 4-7。

表 4-7 弯曲件的工序安排

分 类	简 图			
二道弯曲工序	 展开图	 第一道弯曲	 第二道弯曲	
三道弯曲工序	 展开图	 第一道弯曲	 第二道弯曲	 第三道弯曲

(续)

分 类	简 图
对称弯曲	

31. 弯曲凸模圆角半径应如何确定?

答：一般情况下，凸模圆角半径应等于或略小于工件内侧的圆角半径 r ，对于工件圆角半径较大 ($r/t > 10$)，而且精度较高时，则应进行回弹计算，修正凸模以减小弯曲回弹。

32. 弯曲凹模圆角半径应如何确定?

答：当凹模进口圆角半径过小时，弯矩的力臂减小，坯料沿凹模圆角滑进时的阻力增大，从而增加弯曲力，并使毛坯表面擦伤。在生产中，可按材料厚度，决定凹模圆角半径 (表 4-8)。

表 4-8 凹模进口圆角半径 R_A (mm)

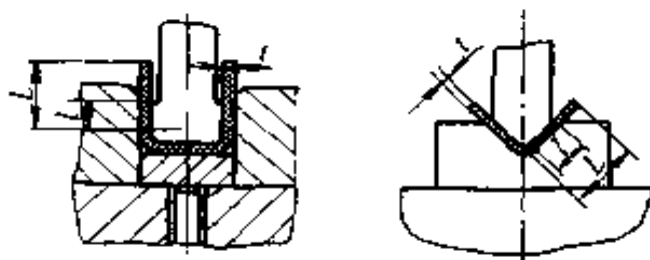
材 料 厚 度 t	R_A
≤ 2	$(3 \sim 6) t$
$> 2 \sim 4$	$(2 \sim 3) t$
> 4	$2t$

33. 凹模深度如何确定?

答：接触弯曲时，凹模深度过小，毛坯两边自由部分太多，弯曲件回弹大，不平直。但凹模深度增大，消耗模具钢材多，且需要压力机有较大的工作行程。凹模深度可查表 4-9 确定。

表 4-9 凹模深度 l

(mm)



边长 L	材 料 厚 度 t			
	<0.5	$0.5\sim 2.0$	$2.0\sim 4.0$	$4.0\sim 7.0$
10	6	10	10	
20	8	12	15	20
35	12	15	20	25
50	15	20	25	30
75	20	25	30	35
100		30	35	40
150		35	40	50
200		45	55	65

34. 毛坯在模具上如何保证准确定位?

答：毛坯在模具上的定位，首先应尽量利用制件上的孔。如果制件上的孔不能利用，则应在毛坯上设计出工艺孔。如图 4-23 所示是利用导正销定位。图 4-23a 是以毛坯的外形作粗定位，用凸模上的导正销作精定位，它适合平而厚的板料弯曲，所得制件精度较高，生产率也高。对于采用外形定位较困难或制件较薄时，应利用装在压料板上的导正销定位，如图 4-23b 所示，但此时压料板与凹模之间不允许有窜动。在不得已的情况下，要使用发生变形的部位定位时，

应有不妨碍材料移动的结构，见图 4-23c。应该注意的是，当多道工序弯曲时，各工序要有同一定位基准。

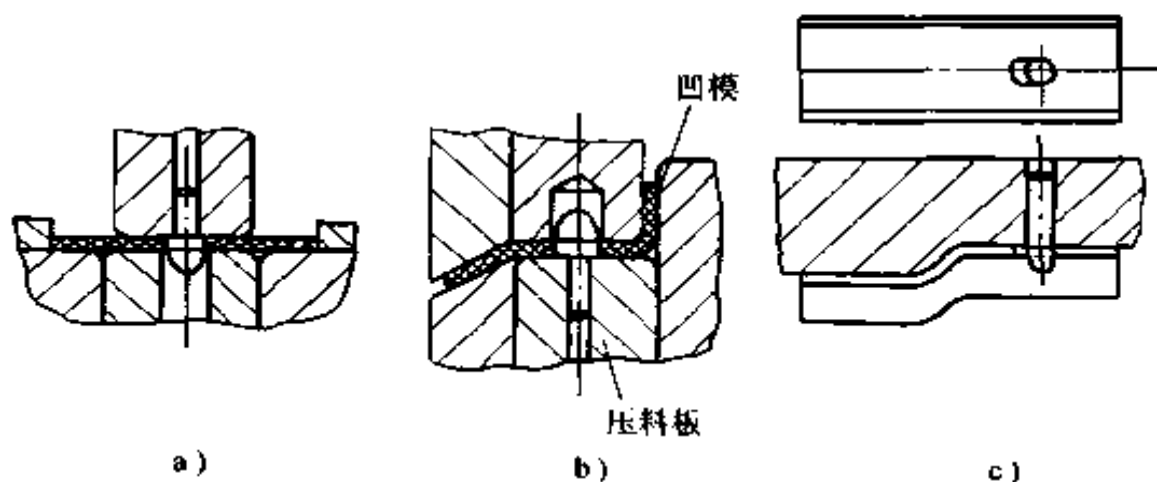


图 4-23 用导正销定位

35. 简易 V 形件弯曲模结构有何特点？

答：简易 V 形件弯曲模结构的基本形式如图 4-24 所示，其弹压顶杆是为了防止压弯时毛坯偏移而采用的压料装置。如果弯曲件的精度要求不高，可不用压料装置。这种模具结构简单，在压力机上安装和调整都很方便，对材料厚度公差要求也不严。制件在冲程末端可以得到校正，回弹较少，制件平整度较好。

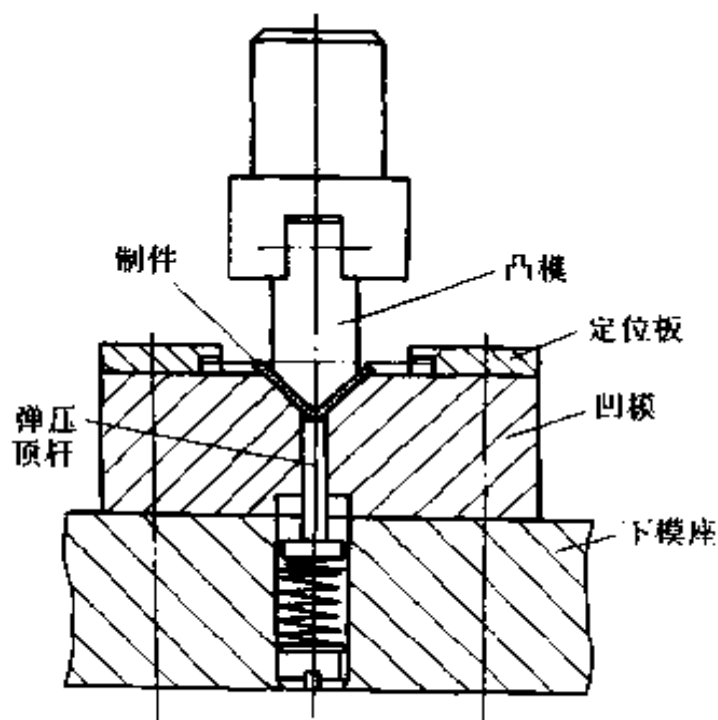


图 4-24 简易 V 形件弯曲模

36. 通用 V 形件弯曲模结构有何特点？

答：如图 4-25 所示为通用 V 形件弯曲模，这种模具因装有定位装置和压顶件装置，而使弯曲的制件精度较一般简易弯曲模高。其特点是：两块凹模 7 可配合成四种角度，并与四种不同角度的凸模相配合使用，可弯曲成不同角度的 V 形件。毛坯由定位板 4 定位，其定位板可以根据毛坯大小作前后左右的调整。凹模 7 装在模座 1 内由螺钉 8 固紧，凹模与模座采用 J7/js6 的配合。制件弯曲时，先由顶杆 2 通过缓冲器使毛坯在凸模压力的作用下紧紧压住，防止移动；弯曲后，由顶杆 2 通过缓冲器把制件顶出。从而保证了制件的弯曲质量和精度。

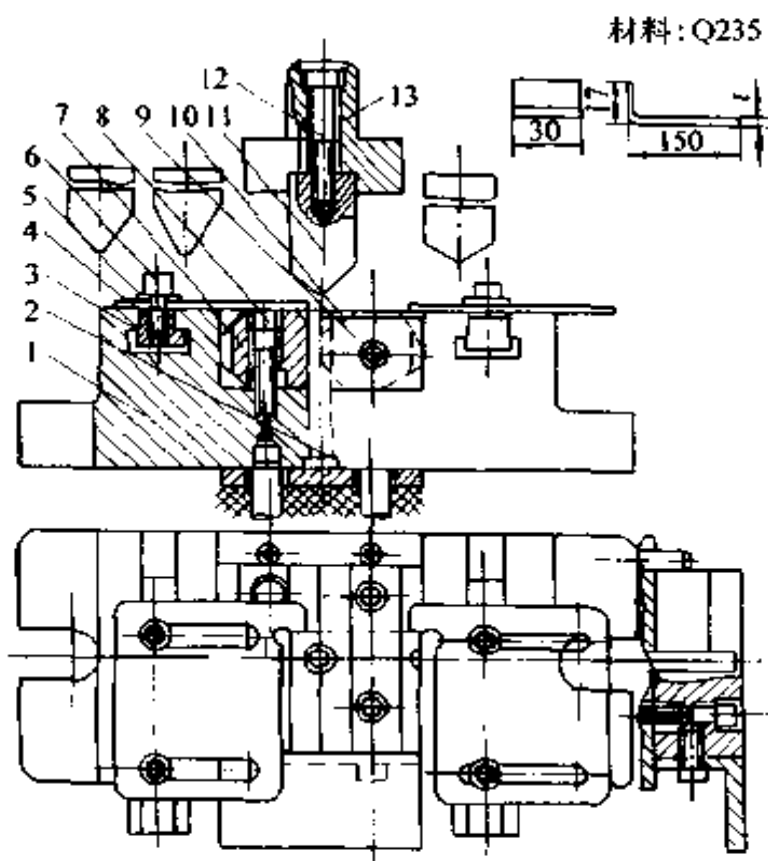


图 4-25 通用 V 形件弯曲模

- 1—模座 2—顶杆 3—T 形块 4—定位板 5—垫圈
6、8、9、12—螺钉 7—凹模 10—托板 11—凸模 13—模柄

37. L形件弯曲模结构有何特点？

答：L形件弯曲模用于两直边相差较大的单角弯曲件，其结构如图4-26所示，制件面积较大的一边被夹紧在压料板与凸模之间，另一边沿凹模圆角滑动而向上弯起。压料板的压力大小可通过调整缓冲器（图中未画出）得到。对于材料较厚的制件，因压紧力不足而容易产生坯料滑移，如果在压料板上装设定位销，用毛坯上的孔定位，则可防止滑移并能得到较高精度的弯曲件（见图4-26a）。但是，由于校正力未作用于模具所弯曲的制件直边，所以有回弹现象，可采用图4-26b带有校正作用的L形弯曲模，由于压料板和凹模的工作面都有斜面，从而使L形制件在弯曲时倾斜一个角度，校正力作用于竖边，因此可以减少回弹，其倾斜角 α ，对于

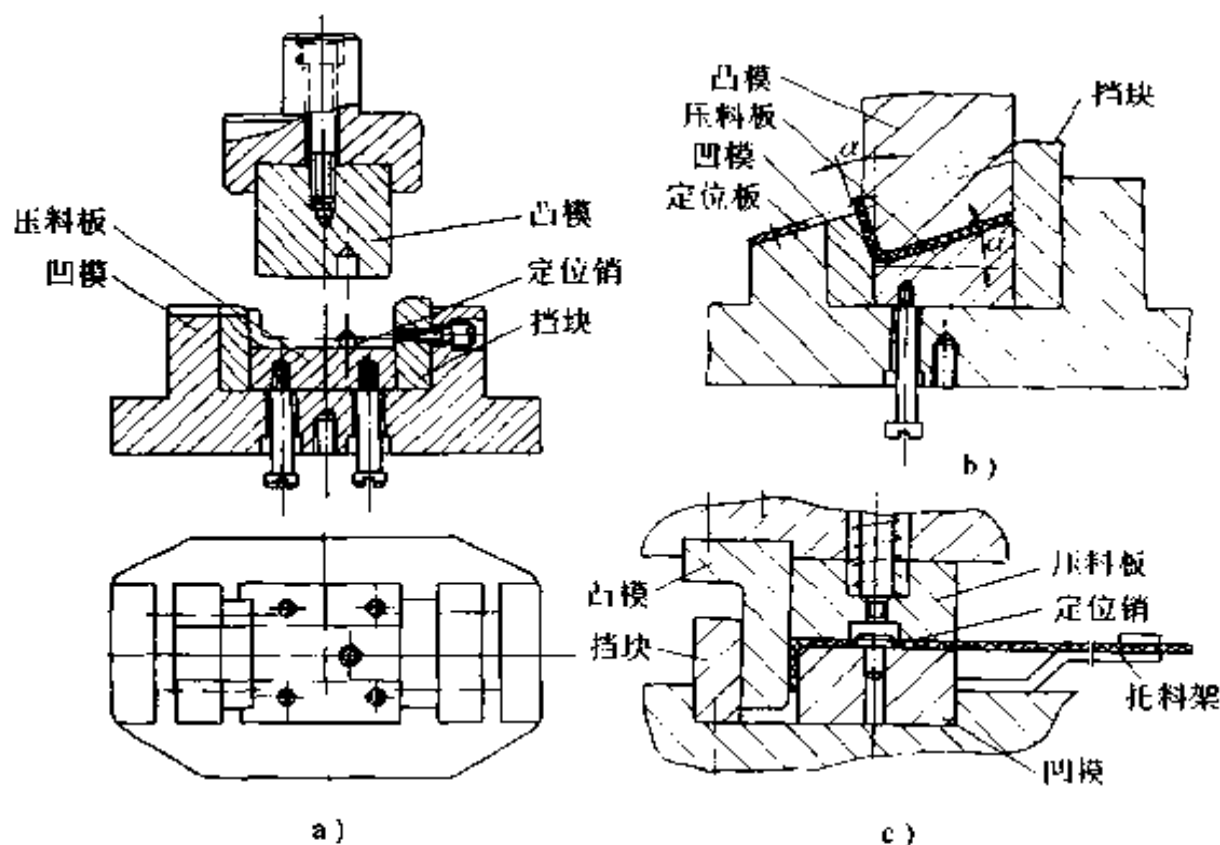


图 4-26 L形件弯曲模

厚料可取 10° ，薄料取 5° 。当 L 形制件的一边很长时，可采用图 4-26c 所示的结构。

38. U 形件弯曲模结构有何特点？

答：图 4-27 所示为 U 形件弯曲模，其中图 4-27a 为一种最基本的 U 形件弯曲模，弯曲时压料板将毛坯压住，一次可弯两个角。只要凹模左右圆角半径相等，毛坯在弯曲时就不会滑移。弯曲完成后，制件由压料板顶起。如果制件卡在凸模内，可在凸模里装设推杆或设置固定卸料装置。图 4-27b 为用于夹角小于 90° 的 U 形件弯曲模，其下模座里装有一对有缺口的转轴凹模，缺口与制件外形相适应。转轴的一端由于弹簧的作用而经常处于图左半部位置，凸模具有制件内部形状，压弯时毛坯用定位板定位。凸模下降时，先将毛坯弯成 90° 夹角的“U”形件，然后继续下压，使制件底部压向转轴凹模缺口，迫使转轴凹模向内翻转，将制件弯曲成形。当凹模上升时，带动转轴凹模反转，转轴凹模上的销钉因弹簧的拉力而紧靠在止动块上，制件从垂直于图面方向取下。

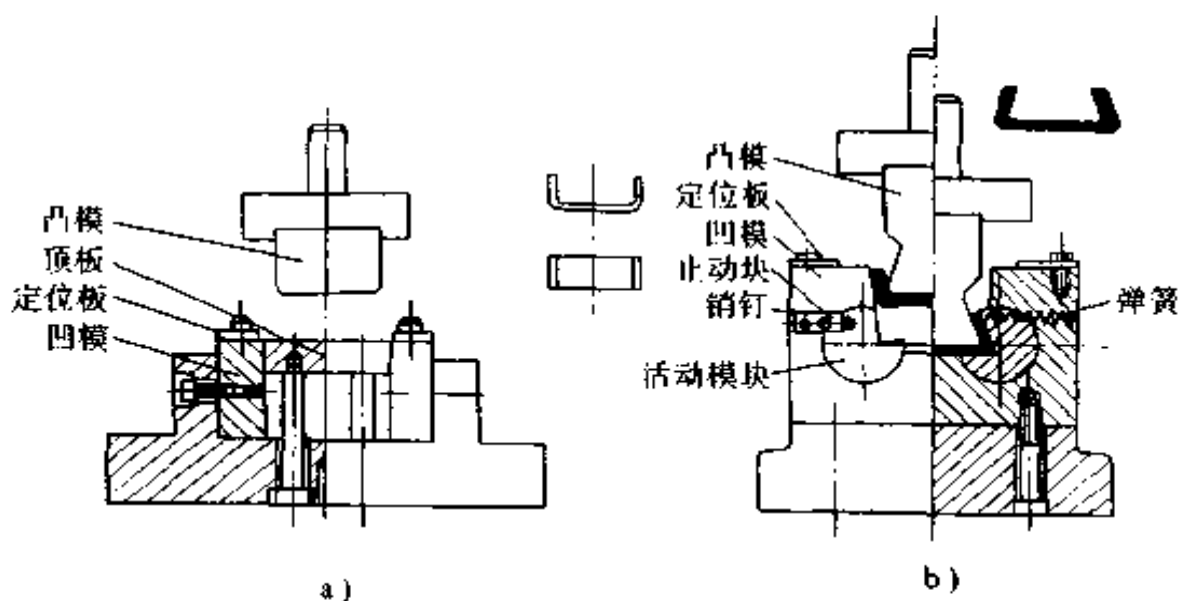


图 4-27 U 形件弯曲模

39. 圆杆“□”形件弯曲校正模结构有何特点?

答: 图 4-28 为圆杆“□”形件弯曲校正模, 工作时, 毛坯用定位块 11 及顶板 (兼作压料板) 12 的凹槽定位, 上模下行时, 先由凸模 2 与成形滚轮 3 将毛坯压成“□”形; 上模继续下行, 凸模 2 通过毛坯压住顶板 12 继续往下运动, 通过滚轮架摆块 5 的斜面作用, 使滚轮架摆块 5 带动成形滚

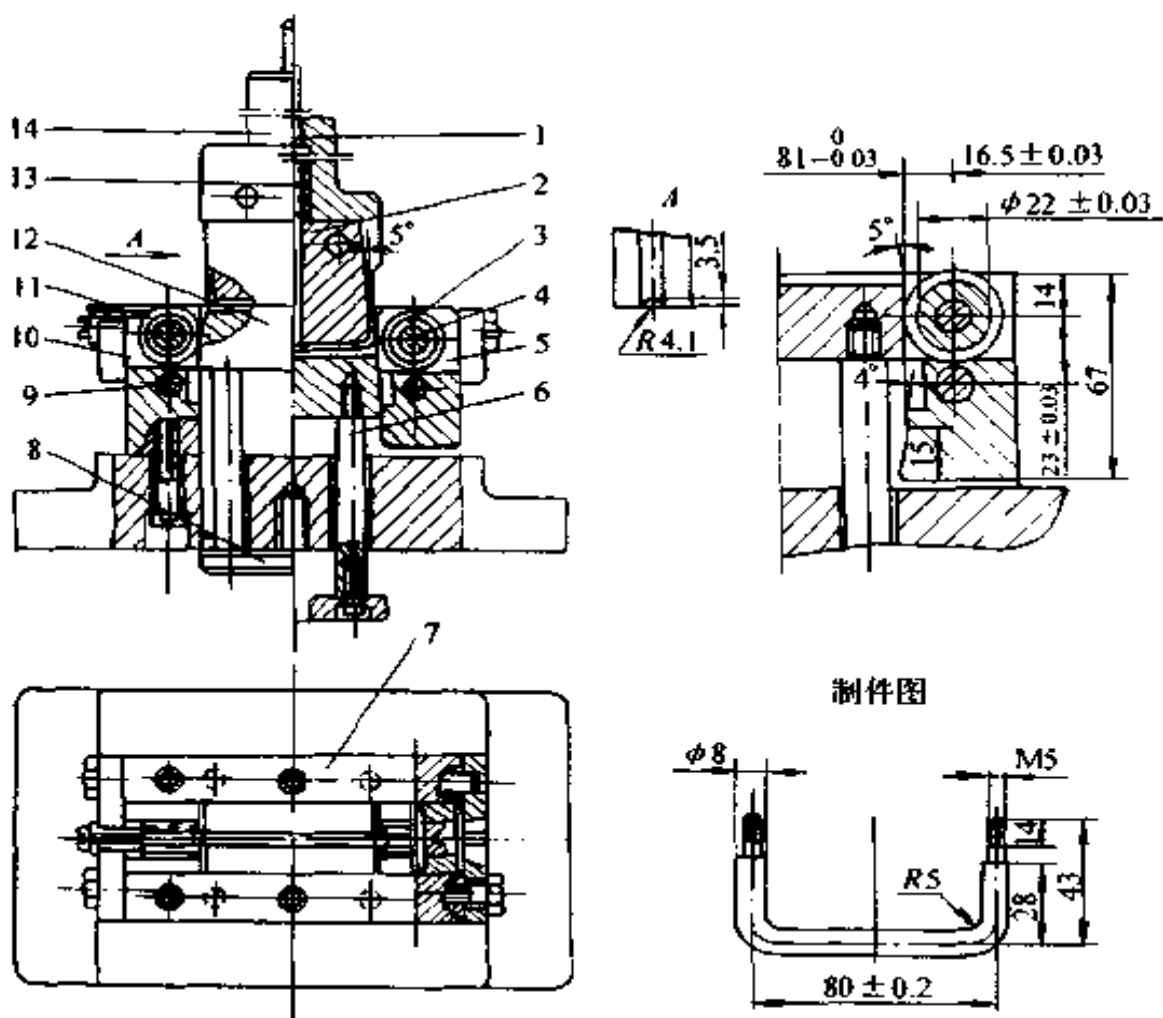


图 4-28 圆杆“□”形件弯曲校正模

1—打杆 2—凸模 3—成形滚轮 4—轴销

5—滚轮架摆块 6、13—顶杆 7—侧挡块

8、12—顶板 9—轴销 10—挡板 11—定位块 14—模柄

轮 3 向中心摆动，将坯件压成“ Δ ”形，以克服制件脱模后的回弹。将凹模做成滚轮，是为了减小毛坯与凹模的摩擦力，并在压弯时使坯料得到定位。凸模与圆杆件压紧部分加工成半圆槽。这种模具的特点是，滚轮凹模使用寿命长，磨损后便于维修。

40. “ Γ ”形件弯曲模结构有何特点？

答：如图 4-29 所示，对于“ Γ ”形件，可一次压弯成形，也可两次压弯成形。图 4-29a 为二次弯曲成形，第一次先弯成“ Γ ”形，第二次弯成“ Γ ”形。弯曲成形前，坯料由压料板压住，第二次压弯凹模的外形兼作坯料的定位作用，结构很紧凑。图 4-29b 为一次弯曲成形的模具，因其毛坯在弯曲过程中受到凸模和凹模圆角处的阻力作用，材料有拉长现象，因此，弯曲件的展开长度存在较大的误差。可以把弯曲凸模改成如图 4-29c 所示形状，则材料拉

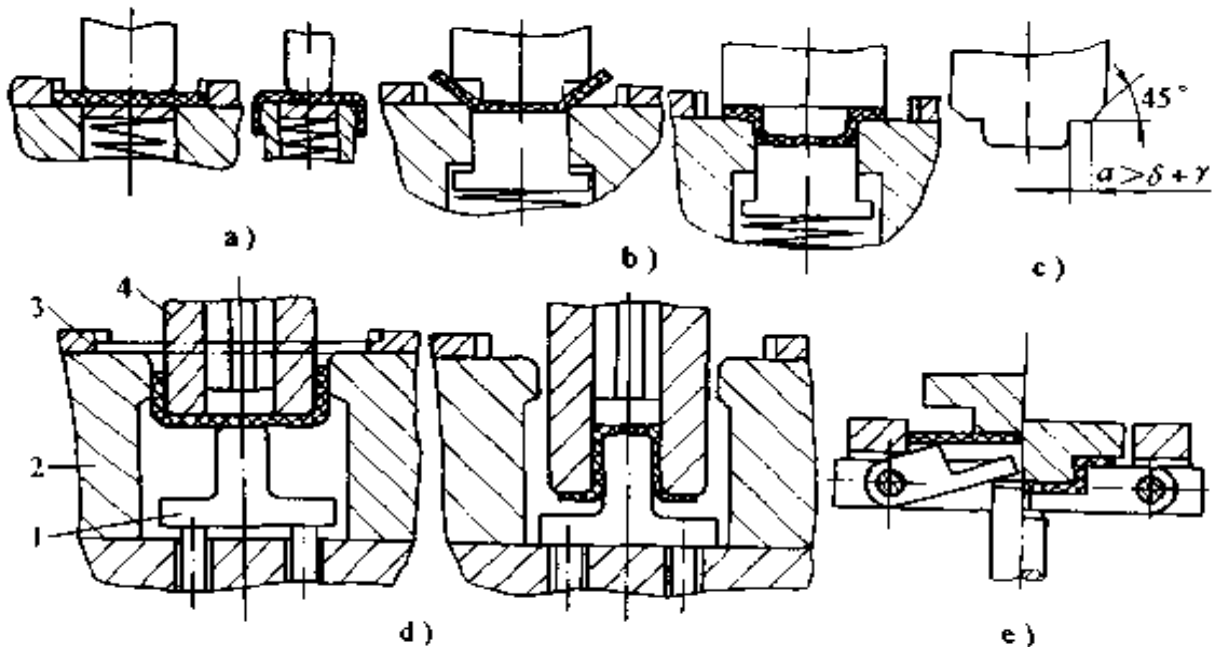


图 4-29 “ Γ ”形件弯曲模示意图

1—活动凸模 2—固定凹模 3—定位板 4—凸凹模

长现象有所改善。图 4-29d 为将两个简单模复合在一起的弯曲模，它主要由上模部分的凸凹模 4、下模部分的固定凹模 2 与活动凸模 1 组成。弯曲时，毛坯由定位板 3 定位，凸凹模 4 下行，先弯 U 形，继续下行与活动凸模 1 作用，将毛坯弯成“Z”形。这种结构需要在凹模下腔有足够的空间，以便在弯曲过程中制件侧边的摆动。图 4-29e 为采用摆动式的凹模结构，其两块凹模可各自绕轴转动，不工作时缓冲器通过顶杆将摆动凹模顶起。

41. Z 形件弯曲模结构有何特点？

答：Z 形件因两条直边的弯曲方向相反，所以弯曲模必须有两个方向的弯曲动作，如图 4-30 所示。其中图 4-30a 所示的弯曲模，冲压前利用毛坯上的孔和毛坯的一顶端面由定位销对毛坯定位。由于橡胶 7 的弹力，使压块 3 与凸模 2 的端面平齐或略高。冲压时，压块 3 与顶块 5 将毛坯夹紧。由于托板 6 上橡胶的弹力大于顶块 5 上缓冲器的弹力，毛坯随凸模 2 和压块 3 下行，顶块 5 下移，先使毛坯的左端弯曲。当顶块 5 与下模座 4 接触时，托板 6 上的橡胶 7 压缩，使凸模 2 相对压块 3 下降，将毛坯的右端弯曲成形。当限位块 8 与上模座 1 相碰时，整个制件得到校正。这种弯曲模动作称为双向弯曲。图 4-30b 所示结构大致与图 4-30a 相似，只是将制件倾斜约 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，此结构适宜冲压折弯边较长的制件，冲压终了时制件受到校正作用，回弹减小。图 4-30c 所示 Z 形件弯曲模用于弯曲直边较短的薄料制件，其定位板 3 为整体式，上凸模 2 铆接在固定板 6 上，上凸模 1 和下凸模 4 的非工作端设有弹压装置，压弯过程中毛坯始终被压紧，不会滑移，制件弯曲精度较高。

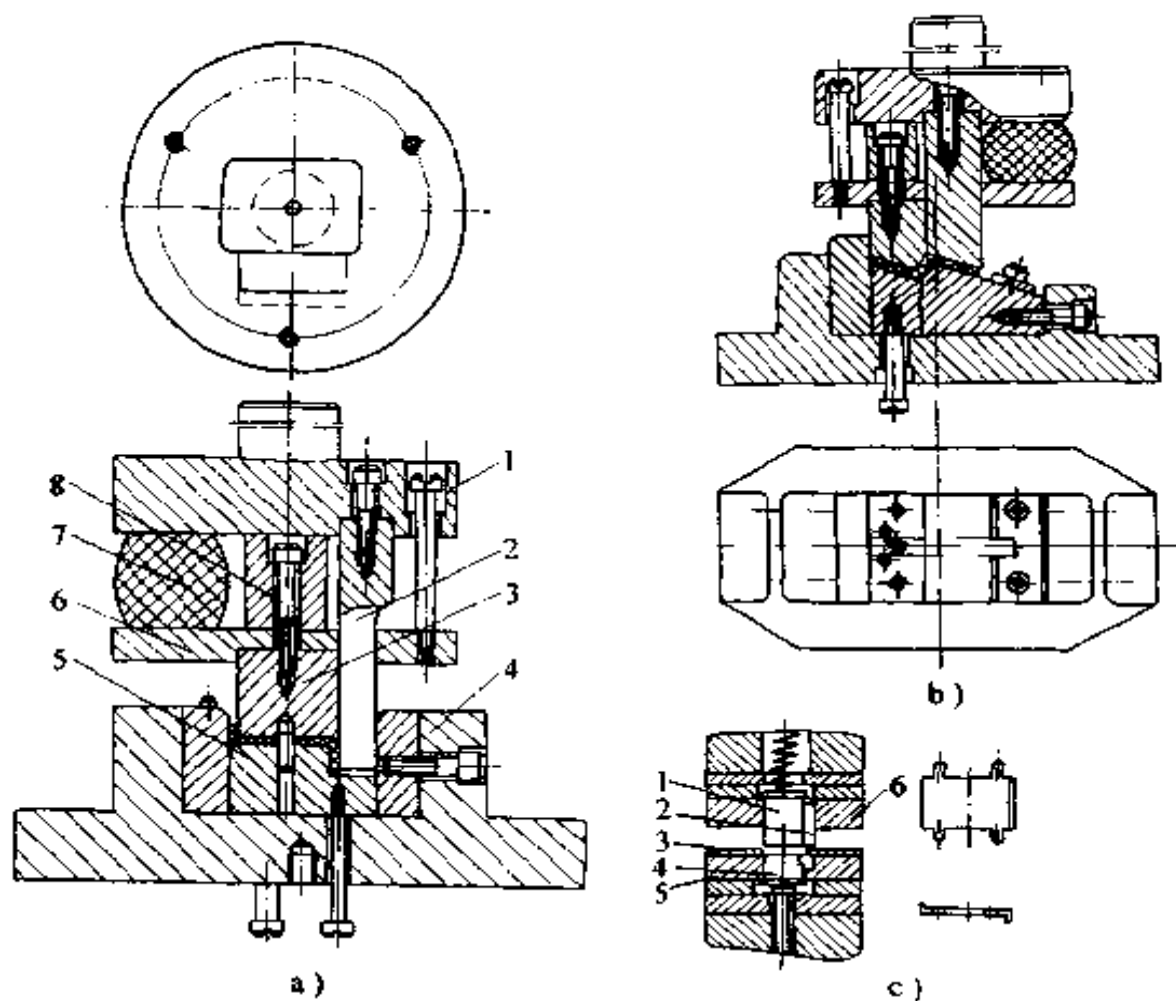


图 4-30 Z形件弯曲模

42. 小圆弯曲模结构有何特点?

答: 如图 4-31 所示小圆弯曲模, 工作时把毛坯先弯成

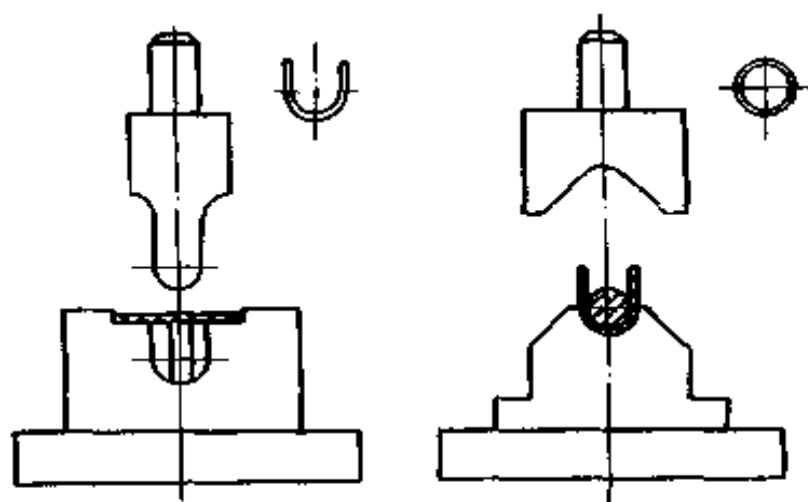


图 4-31 小圆弯曲模

U形，然后再弯成O形。如果制件圆度不好，可以将制件套在芯模上，旋转芯模连续冲压几次进行整形。这种方法适用于弯 $\phi 10\text{mm}$ 以下的薄料小圆。如果是厚料，且对圆度的要求较高，可用三道工序进行弯曲。

43. 圆管弯曲模结构有何特点？

答：如图4-32所示的弯圆方法是先把毛坯弯曲成波浪形或两头有一定圆弧形（见图4-32a、b），然后弯成O形，这种方法一般用于直径大于 $\phi 40\text{mm}$ 的圆环，其模具结构见图4-32c，波浪形状由中心角 120° 的三等分圆弧组成。首次弯曲的波浪部分的形状尺寸，必须经试验修正。末次弯曲后，可推开支撑，将制件从凸模上取下。材料很薄、冲压力不大时，可不用支撑。

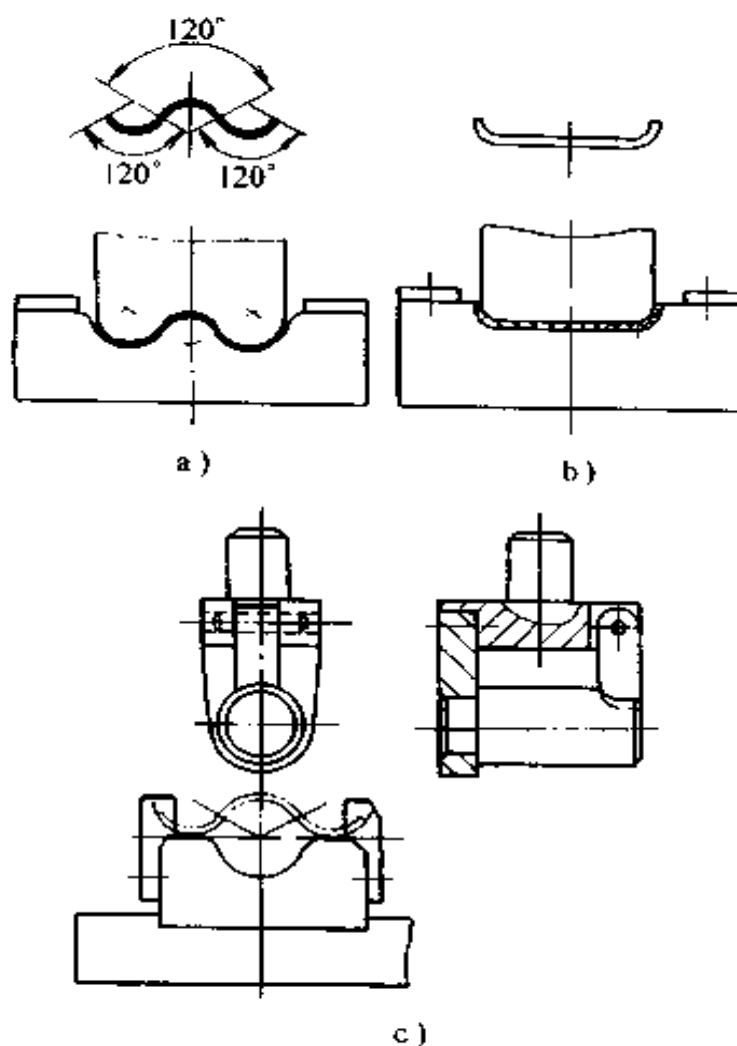


图4-32 圆管弯曲模

44. 一次成形的弯圆模结构有何特点？

答：一次成形的圆环弯圆模如图4-33所示，一般适用于直径 $\phi 10 \sim \phi 40\text{mm}$ 、材料厚度为 1mm 左右的圆环。该模具采用摆动式凹模结构，一对活动凹模8装在模座架4中，

且能绕各自的轴销 7 转动。工作前，由于弹簧 5 作用于顶杆 6 上，使两活动凹模处于张开位置。模柄 9 上固定凸模 3。工作时，毛坯放在凹模上定位，凸模下行，把毛坯变成 U 形。凸模继续下压，毛坯压入凹模底部，迫使活动凹模绕轴销 7 转动，压弯成 O 形件。支撑 2 对凸模 3 起稳定和加强作用，它可绕轴 1 旋转，从而可将制件从凸模 3 上取下。

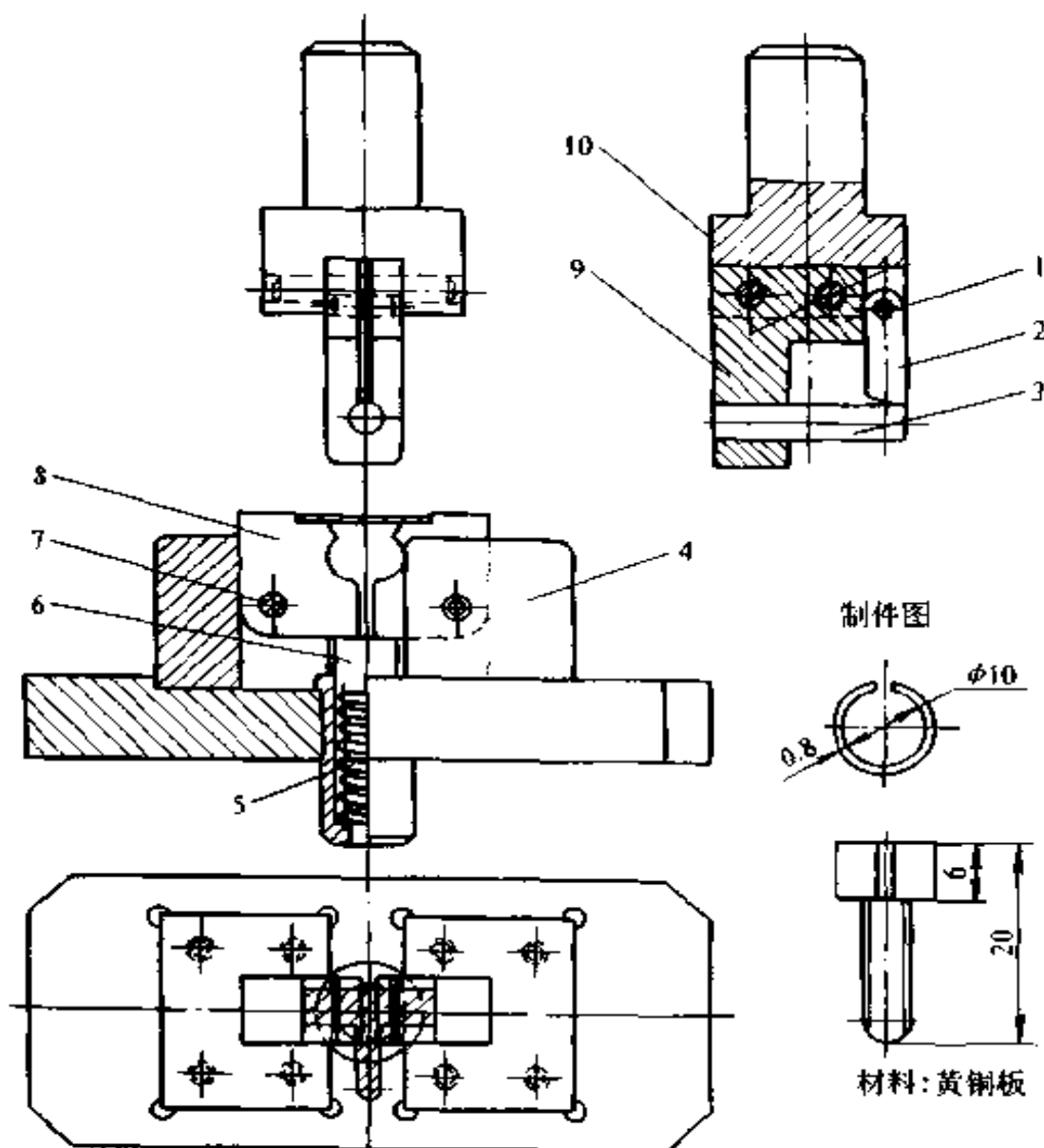


图 4-33 一次成形的弯曲模

- 1—轴 2—支撑 3—凸模 4—模座架 5—弹簧
6—顶杆 7—轴销 8—活动凹模 9—上模座 10—模柄

45. 搭扣螺旋弯曲模结构有何特点？

答：图 4-34 所示为搭扣螺旋弯曲模，材料从钢套 5 进入凹模 1，以另一头钢套作定位。当弯曲模的上部下行时，凸模 3 由导板 2 导向进入凹模 1 的工作孔内，以防止被切刀 4 所切下来的坯料脱落。切下的坯料沿凹模 1 的左右工作面滑动旋弯，制件即被旋绕在凸模 3 上。弯成的制件由凹模 1 的底孔中漏出。应当指出，考虑用左右两把切刀 4，是为了使切断后的杆件最初在工作面滑动时可以保持平衡。导板 2 对于弯曲直径较粗的材料，可以起到使凸模稳定以防止在工作时产生偏移的重要作用。

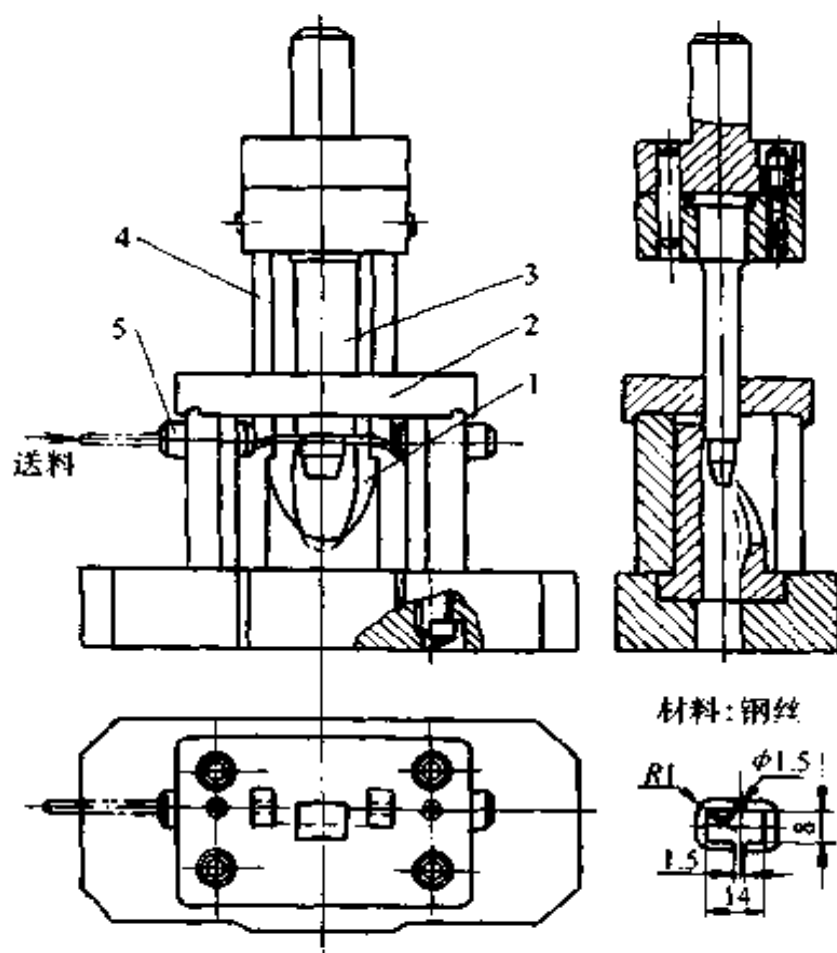


图 4-34 搭扣螺旋弯曲模

1—凹模 2—导板 3—凸模 4—切刀 5—钢套

46. 摇板弯曲模结构有何特点？

答：图 3-35 所示为摇板弯曲模，它适用于弯制“U”形类制件。工作时，用钳子将毛坯预弯件放入凹模 4 的凹槽内，并放入芯模 5。当上模下行时，凸模 1 压住两边摇板 2 的端部，使摇板 2 向下旋转，将毛坯压弯成形。上模回升时，摇板 2 在弹簧 3 的作用下复位，取出芯模 5，即可卸下制件。

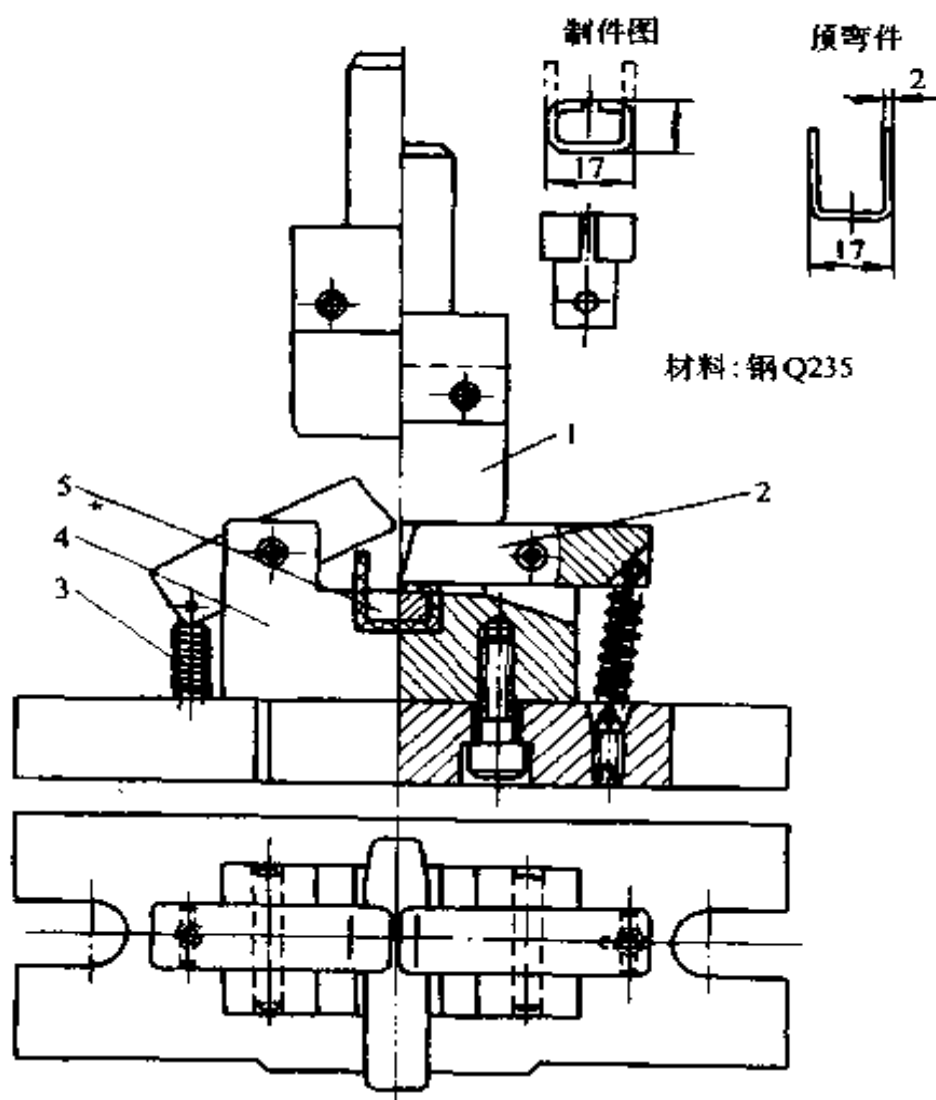


图 4-35 摇板弯曲模

1—凸模 2—摇板 3—弹簧 4—凹模 5—芯模

47. 带滚轮摆动凸模的弯曲模结构有何特点？

答：图 4-36 所示为带滚轮摆动凸模的弯曲模，它适用

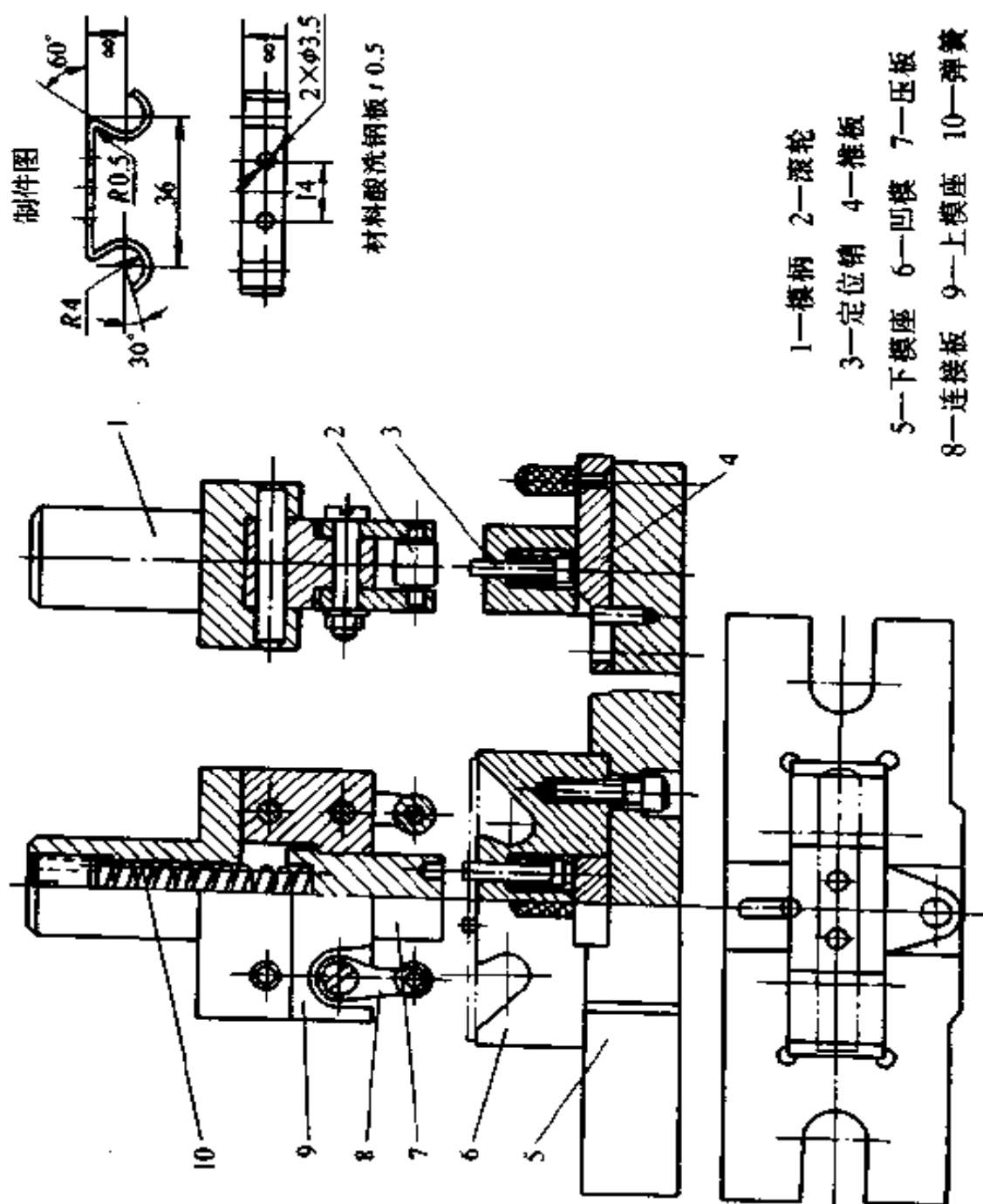


图 4-36 带滚轮摆动凸模的弯曲模

于压线卡类制件的弯曲。工作时用钳子将已冲孔的毛坯放在凹模上，由活动定位销 3 定位。上模下行时，压板 7 将毛坯压紧。上模继续下行，压板 7 压缩弹簧，滚轮 2、连接板 8 沿凹模 6 的斜槽面运动，将毛坯压弯成形。上模回升后，制件留在凹模上，拉出推板 4，使定位销 3 下降，制件从斜槽面的纵向取出。

48. 斜楔机构的作用是什么？

答：冲压的动作一般是垂直方向。当制件的加工方向要求为水平或倾斜时，可采用斜楔机构。斜楔机构常用斜楔通过滑块使凸、凹模间的垂直运动变成水平或倾斜运动。斜楔在摆动式弯曲模、自动冲料冲模、冲侧孔冲模等模具中是不可缺少的零件，应用很普遍。

49. 弯曲模用斜楔机构结构有何特点？

答：如图 4-37 所示为弯曲模上采用的一种斜楔机构

(图示位置为模具闭合情况)。当上模上行时，滑块 10 在弹簧 7 的作用下复位，大型模具的复位动力可采用气压装置。为了工作可靠，斜楔旁装有挡块 2 和键 3，大型模具也可把挡块和下模座做成一体。当滑动面单位面积上的压力

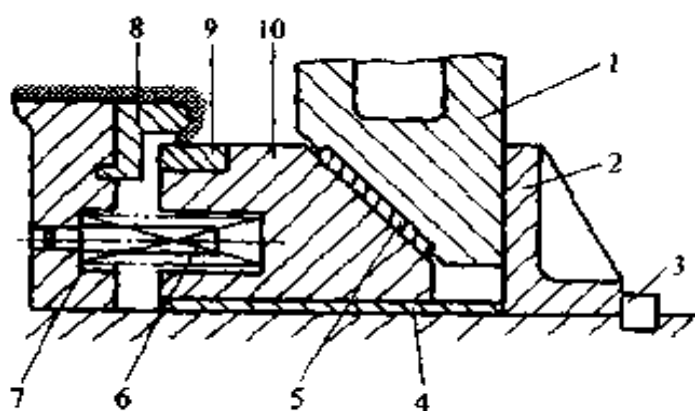


图 4-37 斜楔结构

超过 50MPa 时，应设置防磨板 4、5，以提高模具使用寿命。小型模具常将斜楔和滑块进行淬硬处理，这样可以省去防磨板和镶块 8、9。

1—斜楔 2—挡块 3—键 4、5—防磨板
6—导销 7—弹簧 8、9—镶块 10—滑块

50. 普通斜楔弯曲模结构有何特点?

答:如图 4-38 所示为普通斜楔弯曲模,适用于弯曲零件的弯角小于 90° 。工作时先由凸模 1 下降,坯料弯曲成 90° ,然后斜楔 2 推动活动凹模 3 (滑块) 弯曲零件。

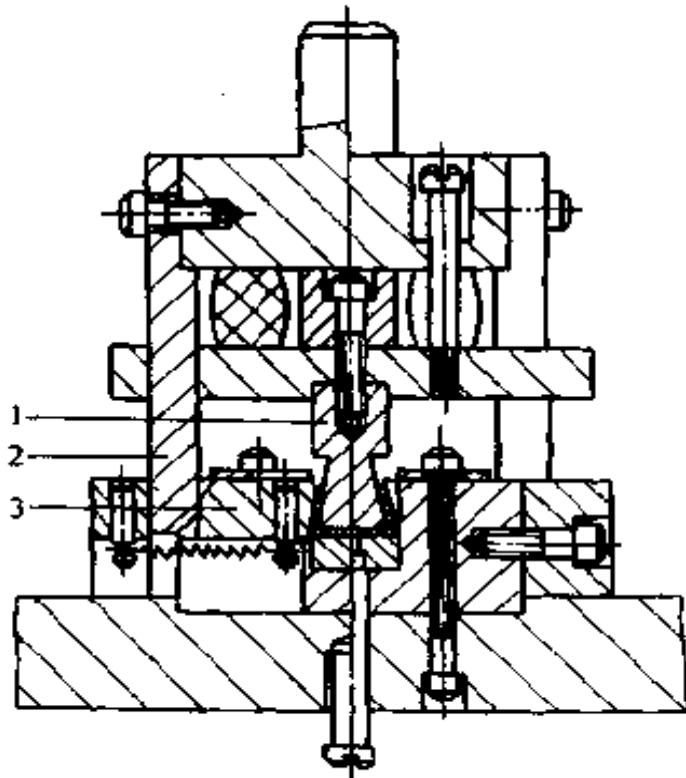


图 4-38 斜楔弯曲模

1—凸模 2—斜楔 3—活动凹模

51. 内斜楔弯曲模结构有何特点?

答:图 4-39 所示为带内斜楔的弯曲模,适用于弯制各种弹簧夹,其料厚为 1mm 以内。工作时将毛坯放在压板 15 上,由定位板 16 定位。当上模下行时,凸模 17 通过压板 15 先将毛坯压弯成 U 形,并进入两件成形滑块 14 的中间。上模继续下行,压杆 4 压住成形滑块 14 向下运动,并沿基座 11 的斜面向中心收缩,将制件挤压成形。上模上行时,托板 12 在弹簧 8 的作用下向上顶起,使两成形滑块 14 张开,包在凸模 17 上的制件可从纵向推出。

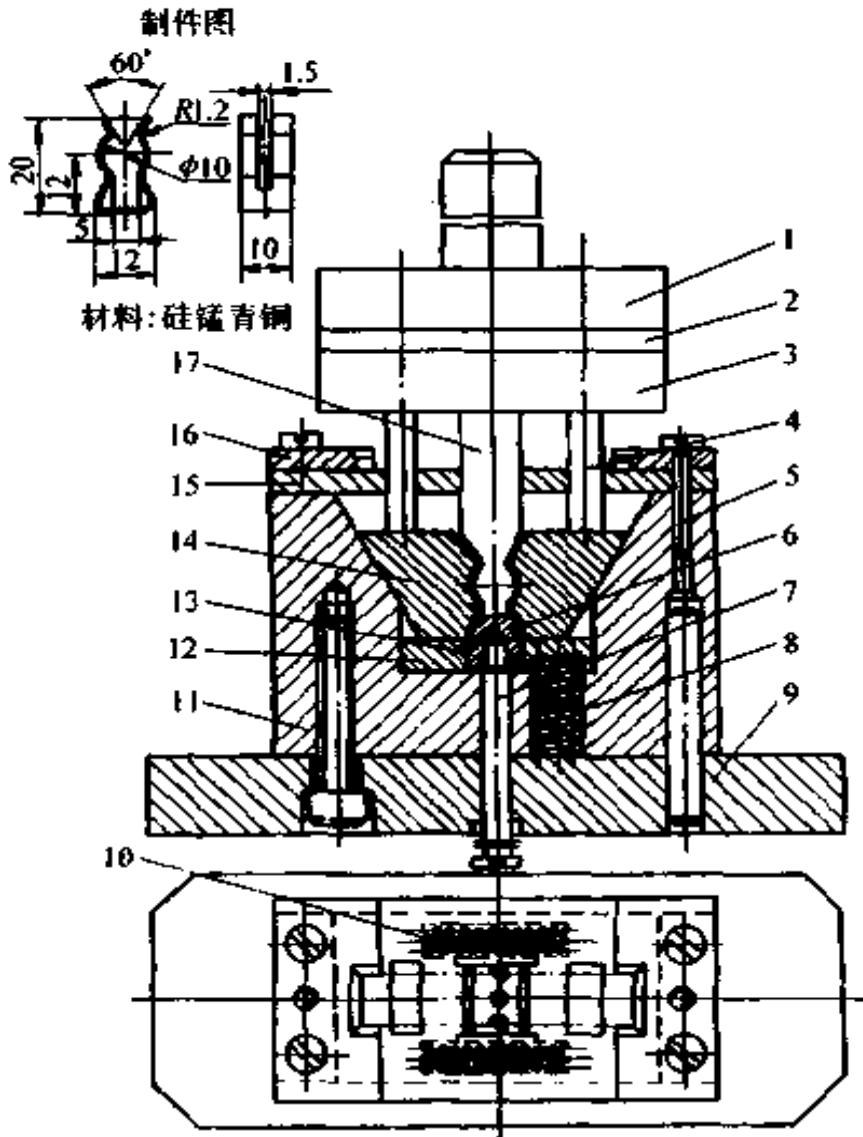


图 4-39 内斜楔弯曲模

1—上模座 2—垫板 3—固定板 4—压杆 5—销钉
 6—定位销 7—顶杆螺钉 8、10—弹簧 9—下模座 11—基座
 12—托板 13—定位顶板 14—成形滑块 15—压板 16—定位板 17—凸模

52. 外斜楔弯曲模结构有何特点?

答: 图 4-40 所示为带外斜楔的弯曲模。工作时, 利用毛坯上 $2 \times \phi 2.2$ 孔套在模具的定位销 10 上定位。当上模下行时, 凸模 3 先压住坯料, 并在顶杆 6 和凹模 9 的作用下将毛坯初压弯成“U”形。上模继续下行, 斜楔 11 压着滑块 4 向中心运动, 此时弯曲两端弯脚, 凸模 3、凹模 9 把制件压得更紧, 使制件完全成形。

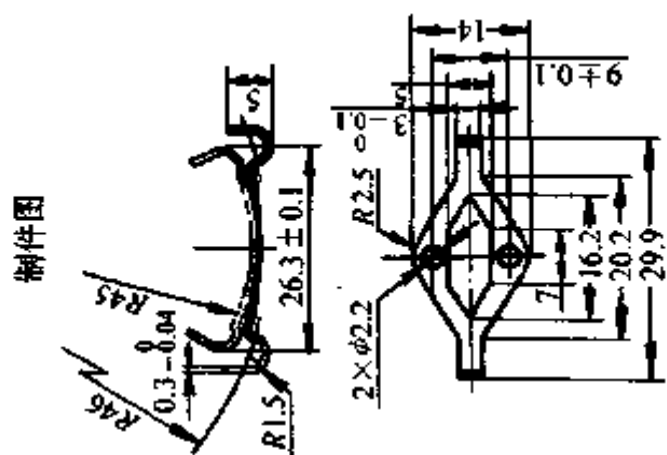


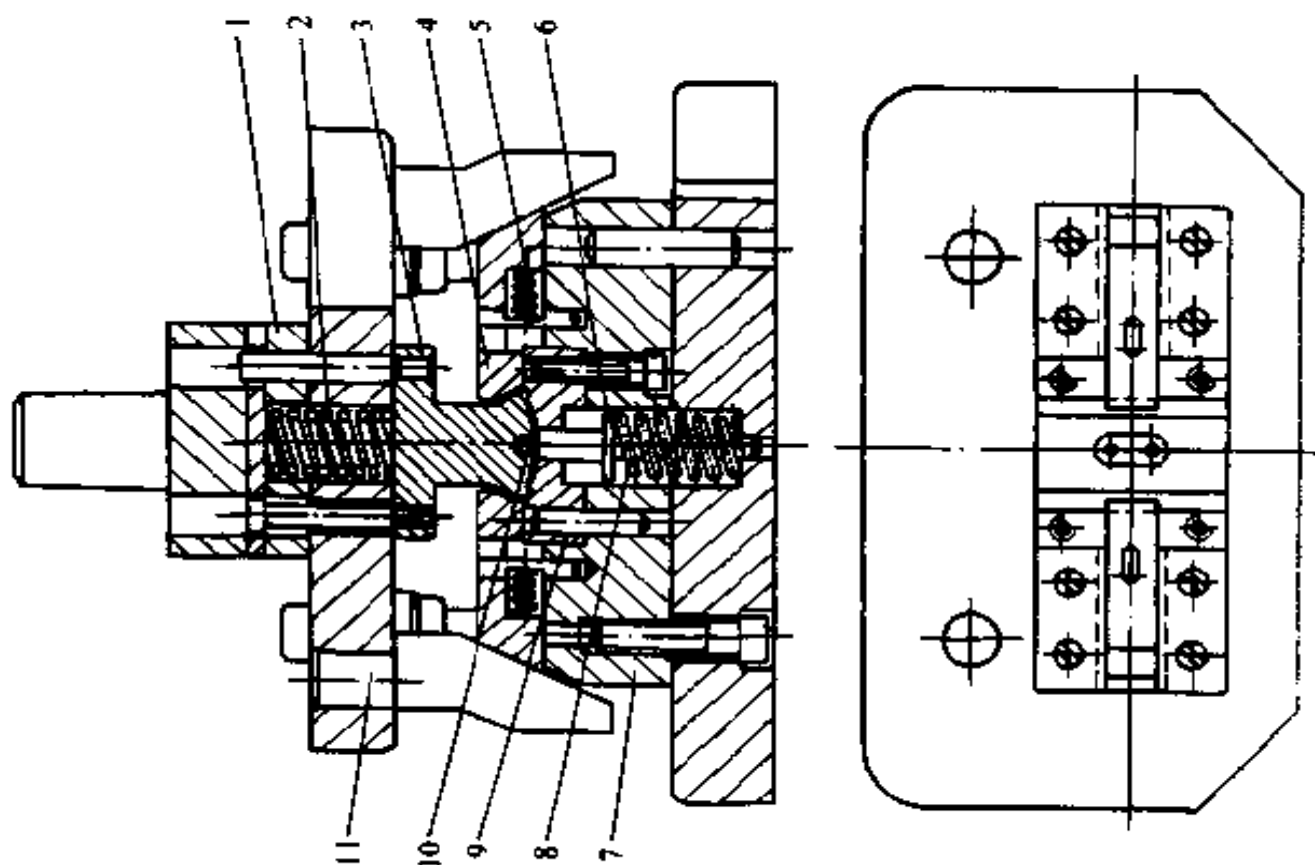
图 4-40 外斜楔弯曲模

1—衬板 2、5、8—弹簧

3—凸模 4—滑块

6—顶杆 7—凹模座

9—凹模 10—定位销 11—斜楔



53. 多工序一次成形弯曲模结构有何特点？

答：图 4-41 所示为卡脚多工序一次成形弯曲模。工作时，毛坯用凸模 19 端面和定位板 5 定位。上模下行时，先由凸凹模 21、凸模 19 和顶板 8 将毛坯压成“U”形。上模继续下行，再由凸凹模 21 与凹模 6 将毛坯两端弯起，使制件全部成形。模具的特点是，橡胶的弹力必须大于毛坯压制成“U”形时的弯力，而且要求压力机有足够的行程。

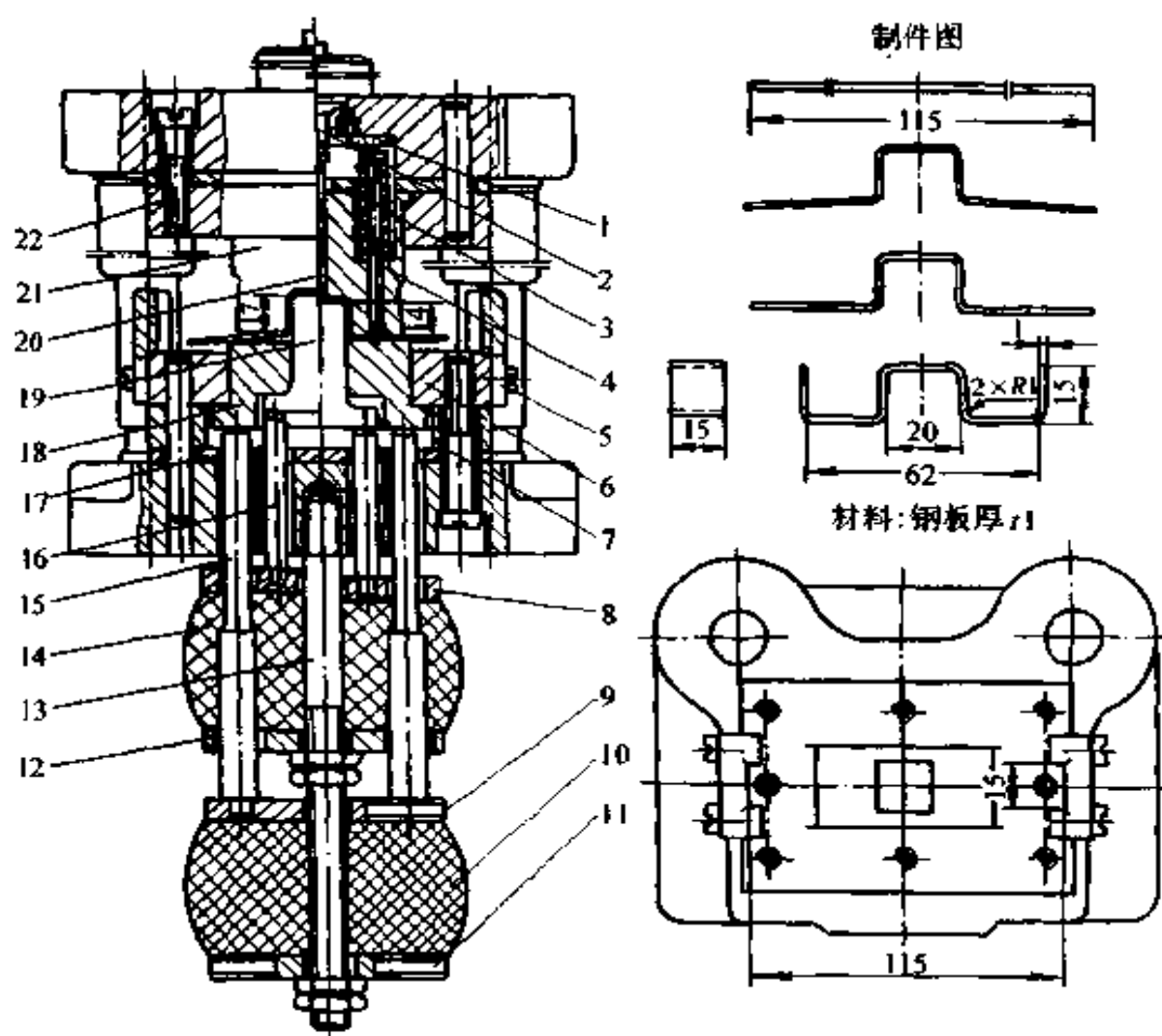


图 4-41 多工序一次成形弯曲模

1—推板 2—打杆 3—垫板 4—顶杆 5—定位板 6—凹模 7—中垫板
8、9、18—顶板 10、14—橡胶 11、12—托板 13—螺杆 15、16—下顶杆
17—下垫板 19—凸模 20—顶杆 21—凸凹模 22—固定板


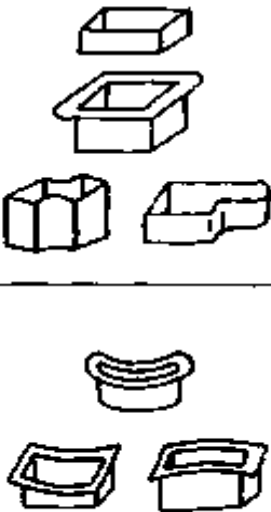
第五章 拉 深 模

1. 什么叫拉深？拉深零件分几类？



答：拉深，也称拉延、压延、拉伸或引伸，是利用模具使平板坯料成形为开口的空心零件的冲压工艺方法。

拉深是主要的冲压工艺方法之一，应用非常广泛。用拉深工艺，可以制成各种直壁类或曲面类零件，拉深零件的分类见表 5-1。

表 5-1 拉深零件的分类（按变形特点）

拉深件名称		拉深件简图	变 形 特 点
直壁类	旋转体零件		<ol style="list-style-type: none"> 1. 拉深过程中变形区是坯料的法兰边部分，其他部分是传力区，不参与主要变形 2. 坯料变形区在切向压应力和径向拉应力的作用下，产生切向压缩与径向伸长的一向受拉一向受压的变形 3. 极限变形参数主要受到坯料传力区的承载能力的限制
	圆筒形件		
	带凸缘边圆筒形件		
非旋转体零件	盒形件		<ol style="list-style-type: none"> 1. 变形性质与前项相同，差别仅在于一向受拉一向受压的变形在坯料的周边上分布不均匀，圆角部分变形大，直边部分变形小 2. 在坯料的周边上，变形程度大与变形程度小的部分之间存在着相互影响与作用
	带凸缘边的盒形件		
	其他形状的零件		
	曲面凸缘边的零件		

(续)

拉深件名称		拉深件简图	变形特点
曲面类拉深件	球面类零件		<p>拉深时坯料的变形区由两部分组成:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 坯料的外周是一向受拉一向受压的拉深变形区 2. 坯料的中间部分是受双向拉应力作用的胀形变形区
	旋转体零件		
	其他曲面零件		
非旋转体零件	平面凸缘边零件 曲面凸缘边零件		<ol style="list-style-type: none"> 1. 拉深坯料的变形区也是由外部的拉深变形区与内部的胀形变形区所组成, 但这两种变形在坯料周边上的分布是不均匀的 2. 曲面法兰边零件拉深时, 在坯料外周变形区内还有剪切变形

2. 圆筒形件拉深过程大致可分成哪几个阶段?

答: 圆筒形件拉深过程如图 5-1 所示。从直径 D_0 的平

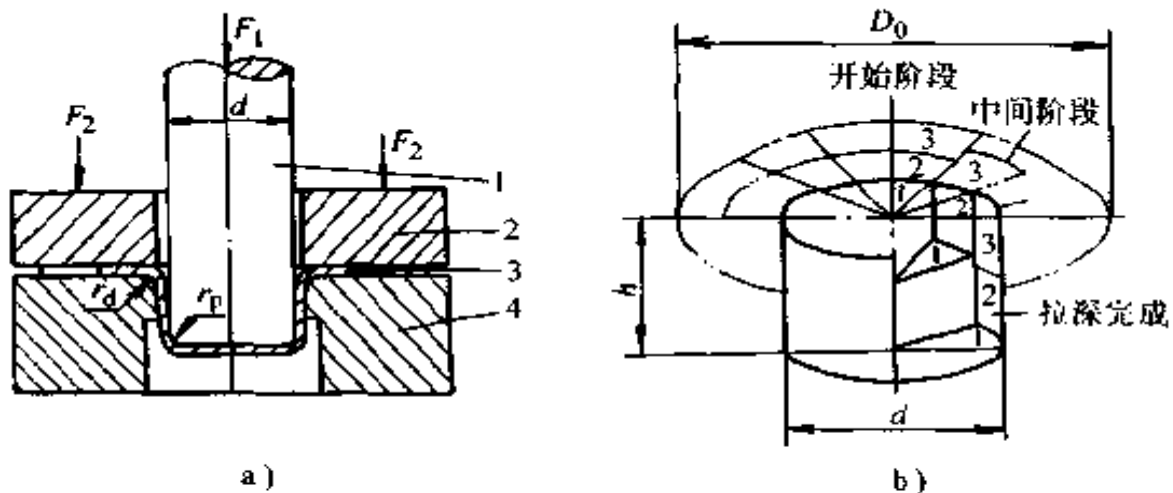


图 5-1 筒形件的拉深过程

a) 拉深 b) 变形特点

1—凸模 2—压边圈 3—坯料 4—凹模

板坯料拉深成高度 h 、直径 d 的工件时，坯料凸缘部分是变形区，其扇形单元经切向收缩与径向伸长的变形，逐渐转变成成为工件筒壁上的长方形单元。筒壁是传力区，它将外力传递给变形区。当拉深所需的变形力大于工件筒壁的承载能力时，将产生工件拉裂现象。

3. 什么叫拉深模？拉深模分哪几类？

答：拉深模是把坯料拉压成空心件，或者把空心体拉压成外形更小而板厚没有明显变化的空心体的冲模。

拉深模的结构，是根据拉深件的几何形状、尺寸精度、材料、产量和所使用的压力机来确定的。拉深模一般比较简单，其结构按拉深方向分为正向拉深模和反向拉深模以及两者兼有的双向拉深模；按拉深工序可分为单工序拉深模、多工序连续拉深模和复合拉深模，其中复合拉深模又可分为落料拉深模和落料拉深冲孔模等；按使用压力机的不同可分为单动压力机用拉深模和双动压力机用拉深模。

4. 旋转体拉深件分哪几类？

答：旋转体拉深件分两大类：

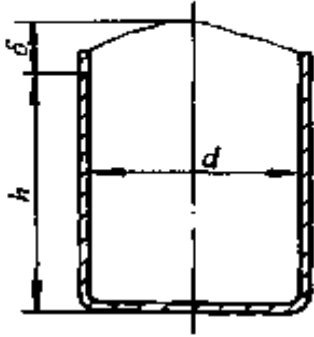
(1) 直壁类旋转体零件 主要有圆筒形，带凸缘圆筒形和阶梯形等零件。

(2) 曲面类旋转体零件 主要有球面、锥形和抛物面等零件。

5. 无凸缘拉深件的修边余量如何确定？

答：无凸缘拉深件的修边余量根据拉深件高度 h 及拉深件相对高度 h/d 按表 5-2 选择确定。

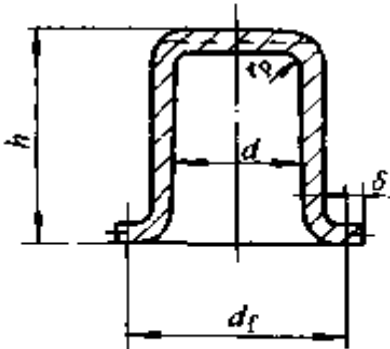
表 5-2 无凸缘拉深件的修边余量 δ (mm)

简 图	拉深件 高度 h	拉深相对高度 h/d			
		$>0.5\sim 0.8$	$>0.8\sim 1.6$	$>1.6\sim 2.5$	$>2.5\sim 4$
	≈ 25	1.2	1.6	2	2.5
	25~50	2	2.5	3.3	4
	50~100	3	3.8	5	6
	100~150	4	5	6.5	8
	150~200	5	6.3	8	10
	200~250	6	7.5	9	11
	>250	7	8.5	10	12

6. 有凸缘拉深件的修边余量如何确定?

答: 有凸缘拉深件的修边余量根据凸缘直径 d_f 及凸缘的相对直径 d_f/d 按表 5-3 选择确定。

表 5-3 有凸缘拉深件的修边余量 δ (mm)

简 图	凸缘直径 d_f	凸缘的相对直径 d_f/d			
		<1.5	1.5~2	2~2.5	2.5
	≈ 25	1.8	1.6	1.4	1.2
	25~50	2.5	2	1.8	1.6
	50~100	3.5	3	2.5	2.2
	100~150	4.3	3.6	3	2.5
	150~200	5	4.2	3.5	2.7
	200~250	5.5	4.6	3.8	2.8
	>250	6	5	4	3

d_f —零件法兰外径

7. 简单形状拉深件坯料尺寸应如何计算?

答: 如图 5-2 所示的圆筒形拉深件, 可先分解成三个简单的几何形状, 分别计算它们的面积 A_1 、 A_2 、 A_3 , 然后按式 (5-1) 计算坯料直径 D_0 (mm)。

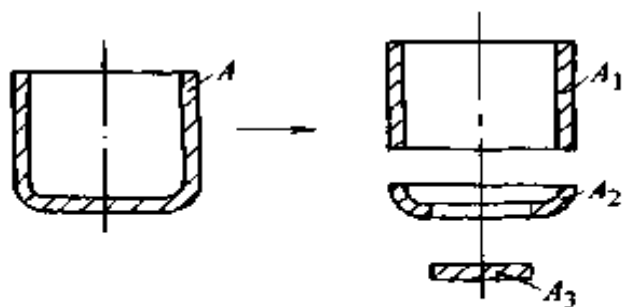


图 5-2 圆筒形拉深件

根据拉深件与坯料的表面积相等的原则, 坯料直径

$$D_0 = \sqrt{\frac{4}{\pi} A} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \sum A_i} \quad (5-1)$$

应该注意: 坯料尺寸应按加上修边余量后的拉深件尺寸进行展开计算。

8. 直壁类拉深件的拉深系数如何计算?

答: 直壁类拉深件的拉深系数按式 (5-2) 计算

$$m = d/D_0 \quad (5-2)$$

式中 D_0 ——平板坯料直径 (mm);

d ——拉深后的圆筒直径 (mm)。

m 越小, 筒壁承受的载荷就越大。当 m 过小时, 为防止拉裂, 应分两道或多道工序拉深。拉深系数是一个很重要的工艺参数, 通常用它来决定拉深次数。再次拉深时, 拉深系数为本工序与前工序筒部的直径之比, 即

$$m_n = d_n/d_{n-1}$$

9. 无凸缘筒形件拉深次数应如何选择?

答: 无凸缘筒形件采用压边圈拉深时, 拉深次数可根据拉深件的相对高度对照表 5-4 选择确定。

表 5-4 无凸缘圆筒形拉深件的最大相对高度 h/d

拉深 次数 n	坯料相对厚度 $\frac{t}{D_0} \times 100$					
	2~1.5	<1.5~1	<1~0.6	<0.6~0.3	<0.3~0.15	<0.15~0.08
1	0.94~0.77	0.84~0.65	0.70~0.57	0.62~0.5	0.52~0.45	0.46~0.38
2	1.88~1.54	1.60~1.32	1.36~1.1	1.13~0.94	0.96~0.83	0.9~0.7
3	3.5~2.7	2.8~2.2	2.3~1.8	1.9~1.5	1.6~1.3	1.3~1.1
4	5.6~4.3	4.3~3.5	3.6~2.9	2.9~2.4	2.4~2.0	2.0~1.5
5	8.9~6.6	6.6~5.1	5.2~4.1	4.1~3.3	3.3~2.7	2.7~2.0

注：1. 大的 $\frac{h}{d}$ 比值适用于在第一道工序内大的凹模圆角半径（由 $\frac{t}{D_0} \times 100 = 2 \sim 1.5$ 时的 $r_d = 8t$ 到 $\frac{t}{D_0} \times 100 = 0.15 \sim 0.08$ 时的 $r_d = 15t$ ）；
小的比值适用于小的凹模圆角半径（ $r_d = 4t \sim 8t$ ）。

2. 表中拉深次数适用于 08 及 10 钢的拉深件。

10. 有凸缘拉深件拉深时如何防止起皱和开裂？

答：凸缘起皱和筒壁拉裂是拉深过程顺利进行的两个主要障碍。

在拉深过程中，由于凸缘部分的材料受到切向压应力的作用，当材料较薄时，很可能使材料失去稳定性而发生皱折，在凸缘的整个周围产生波浪形的连续弯曲，这种现象称为起皱。起皱一般是不允许的，轻则影响制件质量，严重时因边缘不能通过模具间隙而使制件被拉破裂，产生废品。为了保证拉深件质量，常用防止起皱的措施有：采用有压边装

置的拉深模；合理选择凸、凹模间隙及其圆角半径；选择合适的润滑剂，以减少制件和模具之间的摩擦。为避免出现拉裂，应使坯料的变形程度不超出拉深材料允许的最大变形程度。

11. 浅抛物面形件拉深防皱措施有哪些？

答：抛物面形件拉深时，要特别注意底部拉裂和自由表面区起皱两个问题。因为在开始拉深时，凸模与坯料是点接触，易使底部材料发生严重变薄，甚至拉裂。另外一个方面，同锥形件拉深一样，有未被压边圈压住的自由表面区，极易起皱。

对于浅抛物面形件 ($h/d < 0.5 \sim 0.6$)，生产中可根据相对厚度的大小，采用不同的拉深方法：

1) 相对厚度 $\frac{t}{D_0} \times 100 > 3$ 时，坯料不易起皱，可不用压边一次拉成，但在行程終了须进行整形。

2) 相对厚度 $\frac{t}{D_0} \times 100 = 0.5 \sim 3$ 时，一般需要采用有压边装置的拉深模。

3) 相对厚度 $\frac{t}{D_0} \times 100 < 0.5$ 时，坯料极易起皱，要采取有效的防皱措施，如图5-3所示。

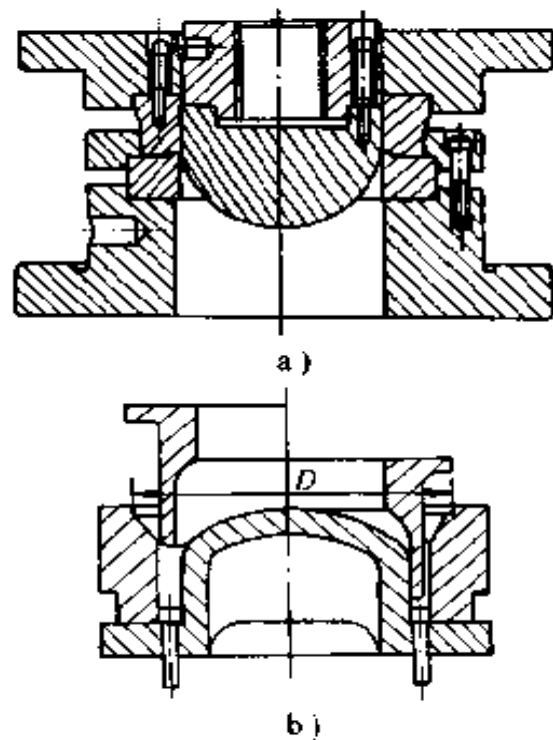


图 5-3 浅抛物面形件拉深的防皱措施

a) 带拉深筋的拉深模

b) 正反拉深法

12. 深抛物面形件 ($h/d > 0.6$) 拉深方法有几种?

答: 深抛物面形件 ($h/d > 0.6$), 特别是 $\frac{t}{D_0} \times 100$ 值较小时, 需要多次拉深, 逐步成形。有正拉深和反拉深两种方法:

1) 正拉深 (见图 5-4a) 适用于 $\frac{t}{D_0} \times 100 > 0.3$ 和 $\frac{h}{d} = 0.5 \sim 0.7$ 的拉深件, 各道拉深后的相对高度可参照下值选用:

第一道拉深 $h_1/d = 0.46 \sim 0.54$

第二道拉深 $h_2/d = 0.56 \sim 0.64$

第三道拉深 $h_3/d = 0.65 \sim 0.70$

2) 反拉深 (见图 5-4b) 适用于 $\frac{t}{D_0} \times 100 < 0.3$ 和 $h/d =$

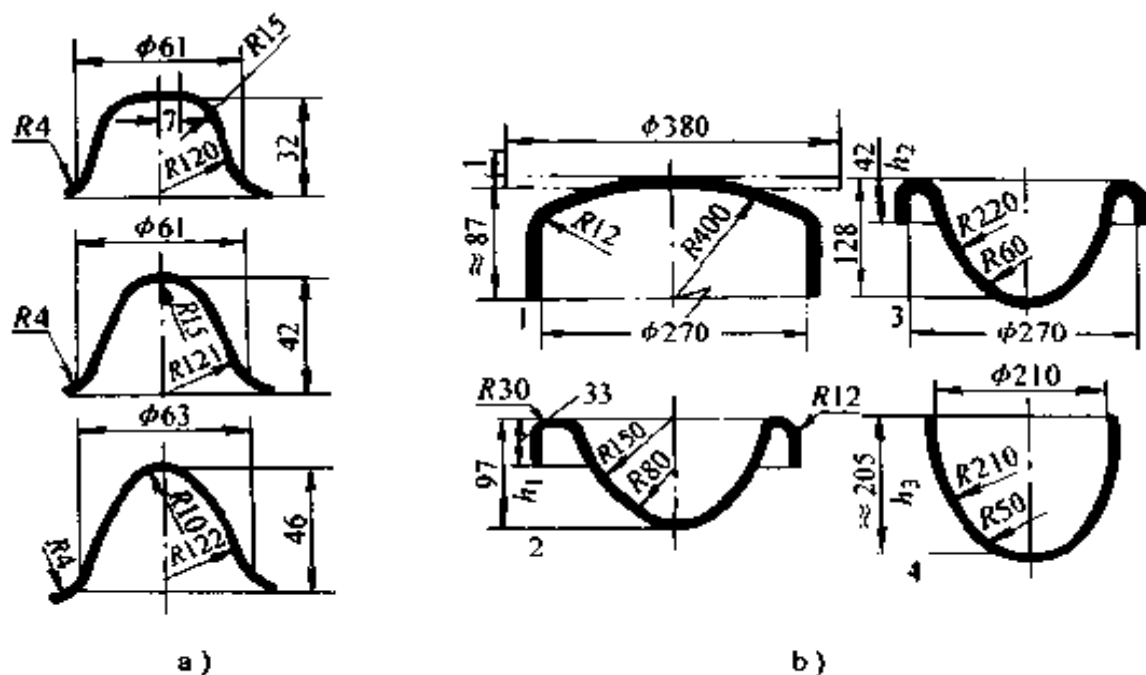


图 5-4 抛物面形件多次拉深

a) 正拉深 (坯料: $t = 0.8\text{mm}$, $D_0 = 98\text{mm}$)

b) 反拉深 (坯料: $t = 1\text{mm}$, $D_0 = 380\text{mm}$)

0.7~1 的拉深件，可能实现的变形程度较大，表面质量也较好。各道反拉深后的相对高度可参照下值选用：

第一道反拉深 $h_1/d = 0.46 \sim 0.54$

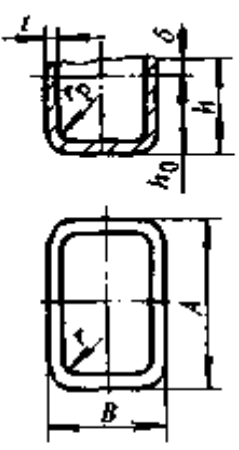
第二道反拉深 $h_2/d = 0.58 \sim 0.68$

第三道反拉深 $h_3/d = 0.93 \sim 1$

13. 无凸缘盒形件的修边余量如何确定？

答：无凸缘盒形件的修边余量见表 5-5。

表 5-5 无凸缘盒形件的修边余量 δ (mm)

 <p> h—计入修边余量的工件高度 h_0—图样要求的盒形件高度 δ—修边余量 r—盒形件侧壁间的圆角半径 $h = h_0 + \delta$ </p>	工件的相对高度 h_0/r			
	2.5~6	7~17	18~44	45~100
	修边余量 δ			
	(0.03 ~0.05) h_0	(0.04 ~0.06) h_0	(0.05 ~0.08) h_0	(0.06 ~0.1) h_0

14. 什么叫带料连续拉深？

答：带料连续拉深是利用多工位级进模在带料上进行多道拉深，最后将工件与带料分离的冲压工艺，还可以在一些工位上安排冲孔、弯曲、翻边、胀形和整形等，加工形状极为复杂的零件。如图 5-5 所示，它适合大批量生产的小件，但模具结构比较复杂。

带料连续拉深时，要求材料必须有较好的塑性。

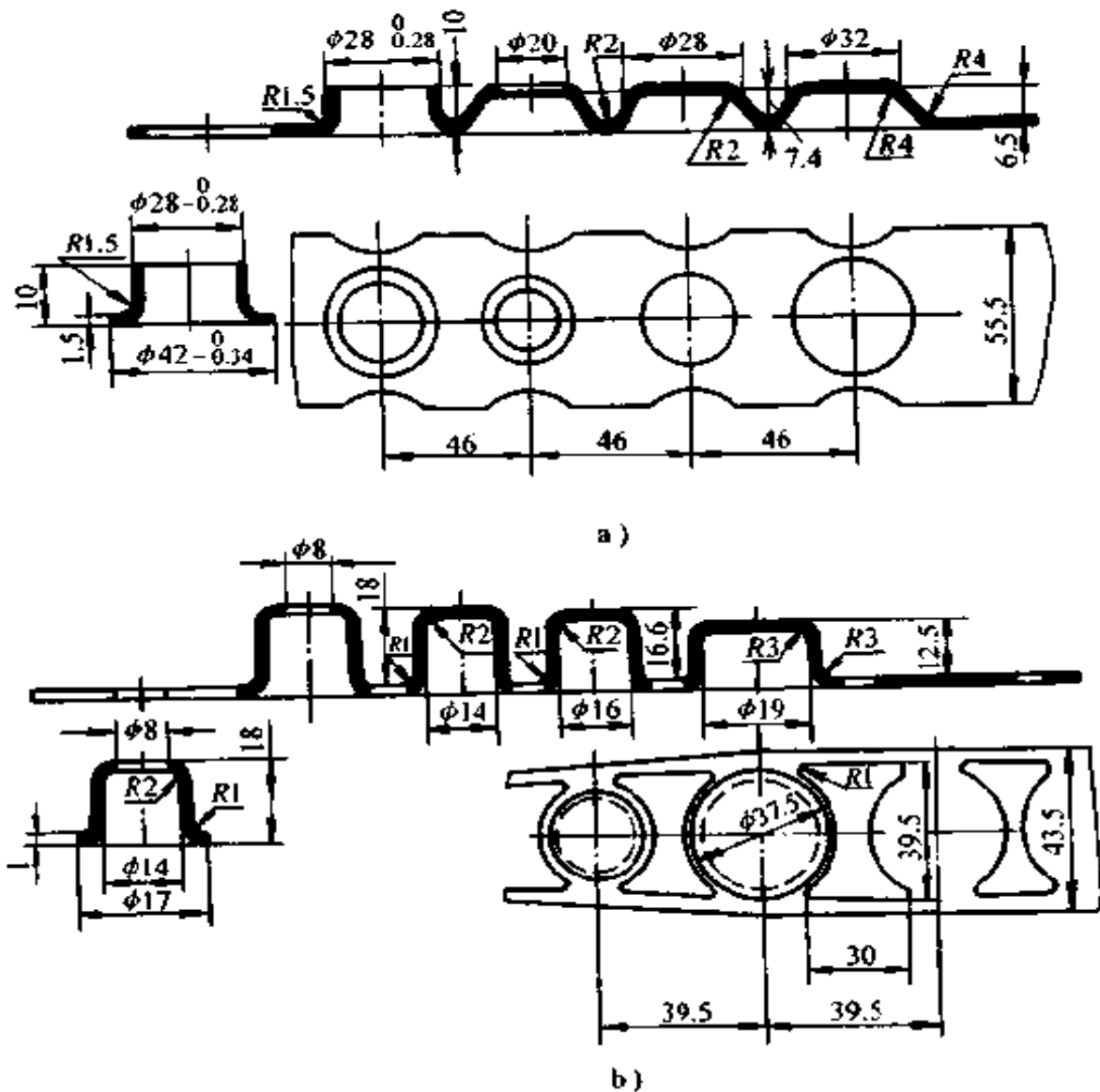


图 5-5 带料连续拉深

a) 无工艺切口 b) 有工艺切口

15. 无工艺切口带料连续拉深有何特点？

答：无工艺切口带料连续拉深见图 5-5a，适用于 $\frac{t}{D_0} \times 100 > 1$ 、 $d_f/d = 1.1 \sim 1.5$ 和 $h/d < 1$ 的拉深件，其特点如下：

1) 拉深时，相邻两个拉深件之间互相影响，使得材料在纵向流动时困难，主要靠材料的伸长。

2) 拉深系数比单工序大, 拉深工序数需增加。

3) 节省材料。

16. 有工艺切口带料连续拉深有特点?

答: 有工艺切口带料连续拉深见图 5-5b, 适用于 $\frac{t}{D_0} \times 100 < 1$ 、 $d_f/d = 1.3 \sim 1.8$ 和 $h/d > 1$ 的拉深件, 其特点如下:

1) 有了工艺切口, 相似于有凸缘零件的拉深, 但由于相邻两个拉深件间仍有部分材料相连, 因此变形比单工序凸缘零件稍困难。

2) 拉深系数略大于单工序拉深。

3) 费料。

17. 无工艺切口带料连续拉深料宽和进距应如何确定?

答: 无工艺切口带料连续拉深料宽 b (mm) 和进距 s (mm) (见图 5-6) 分别为:

$$b = D_0 + 2b_1 \quad (5-3)$$

$$s = (0.85 \sim 0.9) D_0 \quad (5-4)$$

式中 b_1 ——横向搭边值 (见表 5-6)。

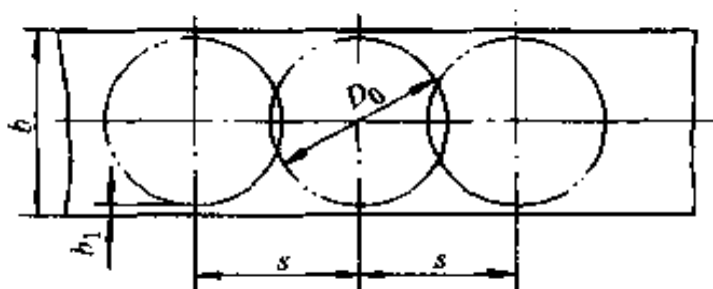


图 5-6 无工艺切口的料宽和进距示意

表 5-6 横向搭边值 b_1 (mm)

料厚 t	≤ 0.5	0.5~1.5	> 1.5
b_1	1.5	1.75	2

18. 有工艺切口带料连续拉深料宽和进距应如何确定?

答: 工艺切口形式如图 5-7 所示。当采用图 5-7a 的切口形式时:

$$b = c + 2b_2 \quad (5-5)$$

$$s = D_0 + e \quad (5-6)$$

当采用图 5-7b 的切口形式时:

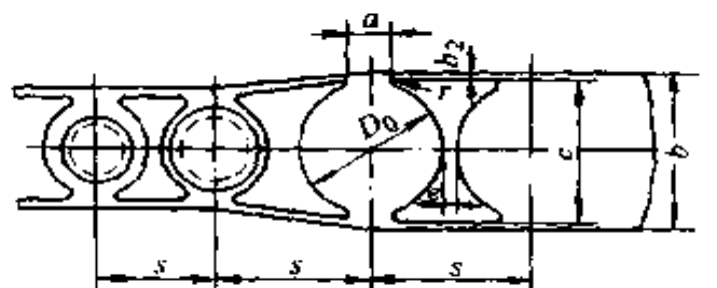
$$b \approx D_0$$

$$s = D_0 + e \quad (5-7)$$

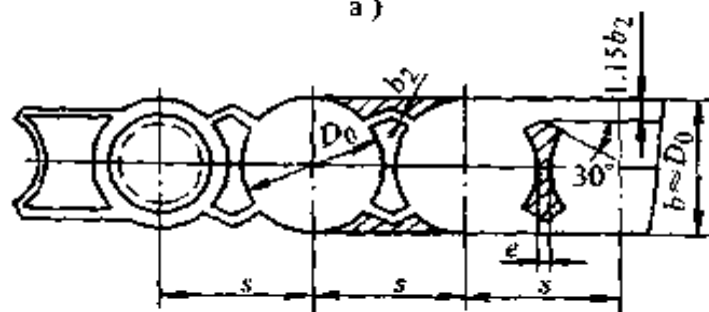
上式中 b_2 、 e 、 r 和 a 之值见表 5-7。

表 5-7 横向、纵向搭边及 a 、 r 值 (mm)

料厚 t	≤ 0.5	0.5~1.5	> 1.5
b_2	1.5	2.0	2.5
e	1.5	1.8	3.0
r	0.8	1.0	1.2
a	(0.2~0.3) D_0		



a)



b)

图 5-7 有工艺切口的形式及参数

19. 变薄拉深有什么特点?

答:变薄拉深用来制造壁部与底部厚度不等而高度很大的零件,如氧气瓶等。其特点如下:

1) 凸、凹模的间隙小于料厚,坯料通过间隙时受挤压而变薄(见图 5-8)。

2) 可得到质量高的工件,壁厚偏差在 $\pm 0.01\text{mm}$ 以内,表面粗糙度 R_a 值小于 $0.2\mu\text{m}$ 。

3) 没有起皱问题,使用模具结构简单。

4) 工件壁部残余应力较大,有时甚至在储存期间产生开裂。应采用低温回火解决。

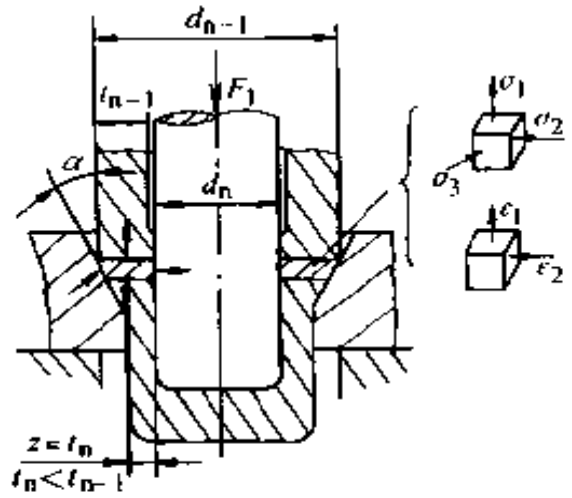


图 5-8 变薄拉深

20. 变薄拉深坯料尺寸应如何确定?

答:变薄拉深大多是采用由普通拉深(不变薄)方法获得的筒形坯料。按体积不变原则计算平板坯料的直径 D_0 (mm),但同时应考虑修边余量和退火损耗。

$$D_0 = 1.13 \sqrt{KV_0/t} \quad (5-8)$$

式中 K ——系数,取值范围 $1.15 \sim 1.20$;

V_0 ——坯料体积 (mm^3)。

21. 变薄系数如何确定?

答:对于内径基本不变的变薄拉深,变薄系数(拉深系数)

$$\varphi_n = t_n/t_{n-1} \quad (5-9)$$

式中 t_{n-1} 、 t_n ——第 n 道变薄拉深前、后的工件壁厚 (mm)。

常用材料的变薄系数列入表 5-8。

表 5-8 变薄系数的极限值

材 料	首次变薄系数 φ_1	中间工序变薄系数 φ	末次变薄系数 φ_n
铜、黄铜 (H68、H80)	0.45~0.55	0.58~0.65	0.65~0.73
铝	0.50~0.60	0.62~0.68	0.72~0.77
低碳钢、拉深钢板	0.53~0.63	0.63~0.72	0.75~0.77
中碳钢 ($w_C = 0.25\% \sim 0.35\%$)	0.70~0.75	0.78~0.82	0.85~0.90
不锈钢	0.65~0.70	0.70~0.75	0.75~0.80

注：1. 中碳钢为试用数据， w_C 为 C 的质量分数。

2. 厚料取较小值，薄料取较大值。

22. 变薄拉深次数如何确定？

答：从壁厚 t 的筒形坯料到获得壁厚 t_n 的工件（内径基本不变），变薄拉深次数：

$$N = (\lg t_n - \lg t) / \lg \varphi \quad (5-10)$$

式中 φ ——平均变薄系数（查表 5-8 中间工序变薄系数）。

23. 复杂曲面拉深件拉深有何特点？

答：复杂曲面零件主要指非旋转体曲面类零件，如汽车覆盖件等。这类零件拉深时，坯料各处应力状态都不一样，变形甚为复杂。其特点如下：

1) 要求压力机不仅提供一定的拉深力，而且要求在其拉深过程中具有足够的、稳定的压边力，以保证零件的成形。复杂曲面零件大都对表面质量要求较高，同时又具有一定的刚度。这就要求坯料中间部分在从平板形状成形为零件的曲面形状的过程中产生一定的胀形，所以需要的变形力和压边力都较大。在大批量生产中，一般都是用双动压力机。双动压力机具有拉深和压边两个滑块，压边力可达到拉深力的 60% 以上。

2) 要求在模具上合理布排拉深筋（槛）。大型覆盖件形

状复杂，深度不均，又不对称，拉深过程中各处要求有不同的进料阻力，防止起皱或拉裂。这仅靠调节压边力的大小是难以保证的，必须利用拉深筋（槛）和合理布排，改变坯料在压边圈下被拉入凹模的阻力。

3) 要求材料塑性好，表面质量和厚度尺寸精度高。大型覆盖件在多数情况下要求一次拉深成形，材料要承受很大的应力，产生最大限度的塑性变形。为此，要求材料有低的含碳量 (w_C 一般应介于 0.06% ~ 0.09%)，均匀而细小的饼形晶粒组织，即材料应具有伸长率高 ($\delta_{10} \geq 40\%$)、屈强比小 ($\sigma_s/\sigma_b \leq 0.65$)、硬化指数 n 值和厚向异性系数 r 值大等特点。

24. 复杂曲面零件拉深选择冲压方向的基本原则是什么？

答：选择冲压方向，就是确定工件在模具中的三向坐标 (x 、 y 、 z) 位置，应符合下列原则：

1) 保证凸模能将工件需拉深的部位在一次拉深中完成，不应有凸模接触不到的死角或死区。

2) 拉深开始时，凸模两侧的包容角尽可能做到基本一致（见图 5-9a， $\alpha \approx \beta$ ），使由两侧拉入凹模的材料保持均匀；凸模表面同时接触坯料的点要多而分散，并尽可能分布均匀，防止坯料窜动（见

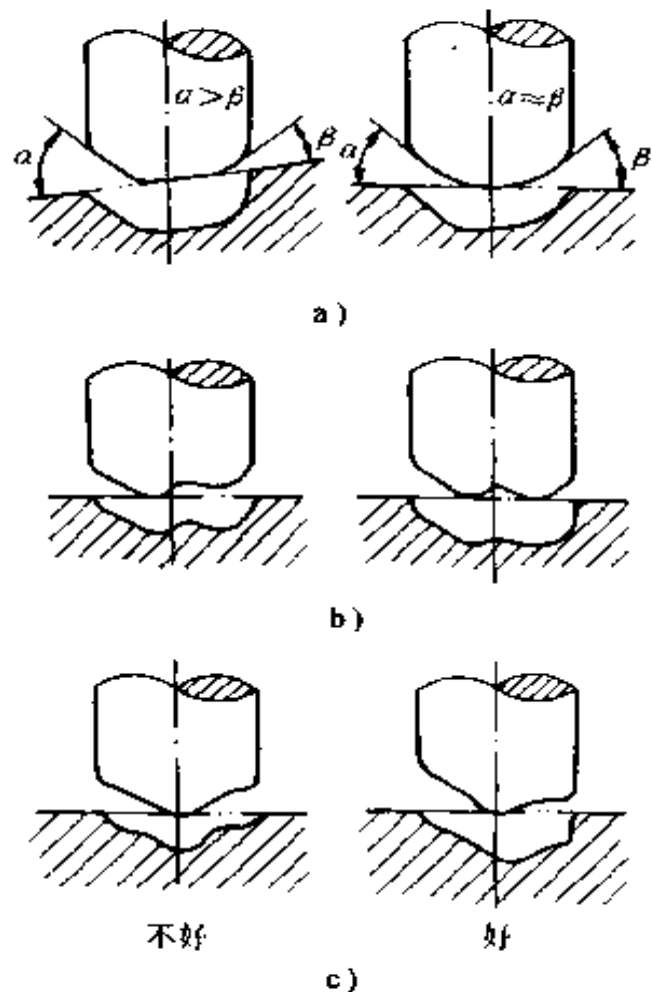


图 5-9 凸模与坯料接触状态

图 5-9b); 当凸模与坯料为点接触时, 应适当增大接触面积 (见图 5-9c), 防止材料应力集中, 造成局部拉裂。但是也要避免凸模表面与坯料以大平面接触的状态, 否则由于大平面上的拉应力不足, 材料得不到充分的塑性变形, 影响工件的刚度, 并容易起皱。

3) 尽可能减少拉深深度, 而且使深度均匀。

25. 复杂曲面零件拉深确定压边面的基本原则是什么?

答: 压边面 (压料面) 可以是由工件本体部分构成, 也可以是由工艺补充部分构成, 在拉深后切除。

确定压边面的基本原则如下:

1) 压边面应为平面, 单曲面或曲率很小的双曲面 (见图 5-10), 不允许有局部的起伏或折棱, 当坯料被压紧时, 不产生皱折现象, 而且要求拉入凹模时顺利、流畅。

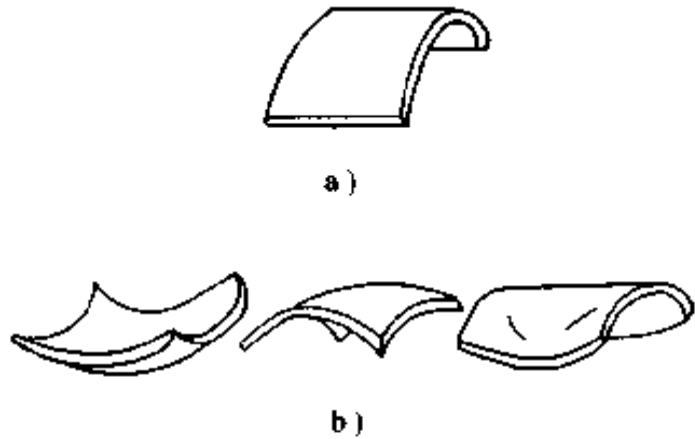
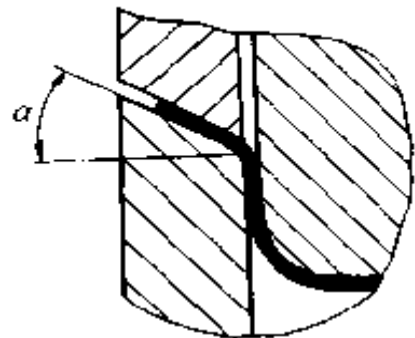


图 5-10 合理的压边面形状

a) 单曲面 b) 双曲面

2) 压边面形状应保

证凹模内的材料能产生一定程度的伸长变形, 使坯料能平稳、渐次地紧贴凸模, 以防产生皱折。当局部区域有多余材料时, 可以在适当部位 (在工件形状允许或工艺补充可能的情况下) 设计反拉深的工艺鼓包, 消除材料的皱折现象。



3) 压边面做成一定的内倾角 (图 5-11), 有利于减小坯料拉入凹模时的阻力

图 5-11 压边面倾角

和改善坯料滑过凹模圆角时急剧的弯曲现象。但倾角 α 不宜大于 40° 。

4) 压边面形状还要考虑到坯料定位的稳定、可靠和送料取件方便。

26. 拉深筋和拉深槛的作用是什么?

答: 在压边面设置拉深筋、拉深槛, 可用来调节拉深时进料阻力, 使拉深件表面承受足够的拉应力, 提高拉深件的刚度和减少起皱、回弹等表面缺陷。

27. 拉深筋的种类及应用形式有哪些?

答: 拉深筋的剖面呈半圆形状, 应用比较广泛, 其结构如图 5-12 所示, 尺寸参数见表 5-9。

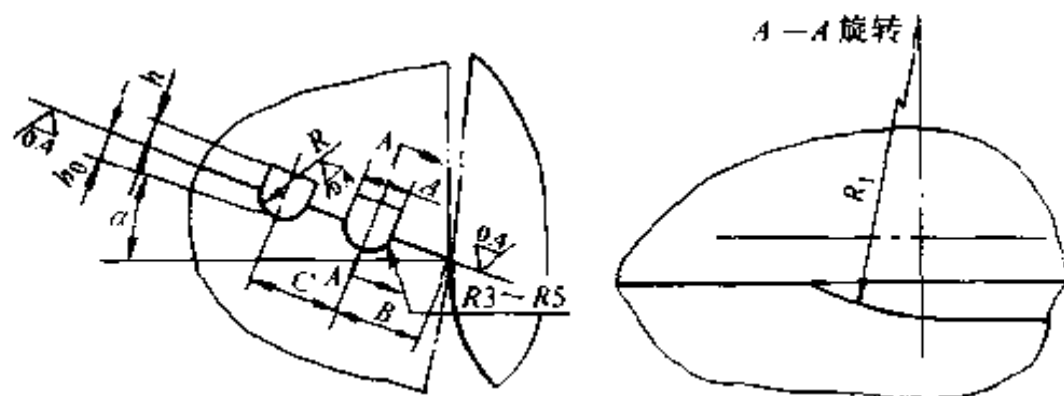


图 5-12 拉深筋

表 5-9 拉深筋结构尺寸 (mm)

序号	应用范围	A	h_0	B	C	h	R	R_1
1	中小型拉深件	14	6	25~32	25~30	5	7	125
2	大中型拉深件	16	7	28~35	28~32	6	8	150
3	大型拉深件	20	8	32~38	32~38	7	10	150

28. 拉深槛的种类及应用形式有哪些?

答: 拉深槛的剖面呈梯形, 类似门槛 (见图 5-13)。它的阻力作用比拉深筋大, 所以在浅而平滑的覆盖件拉深中常

采用。

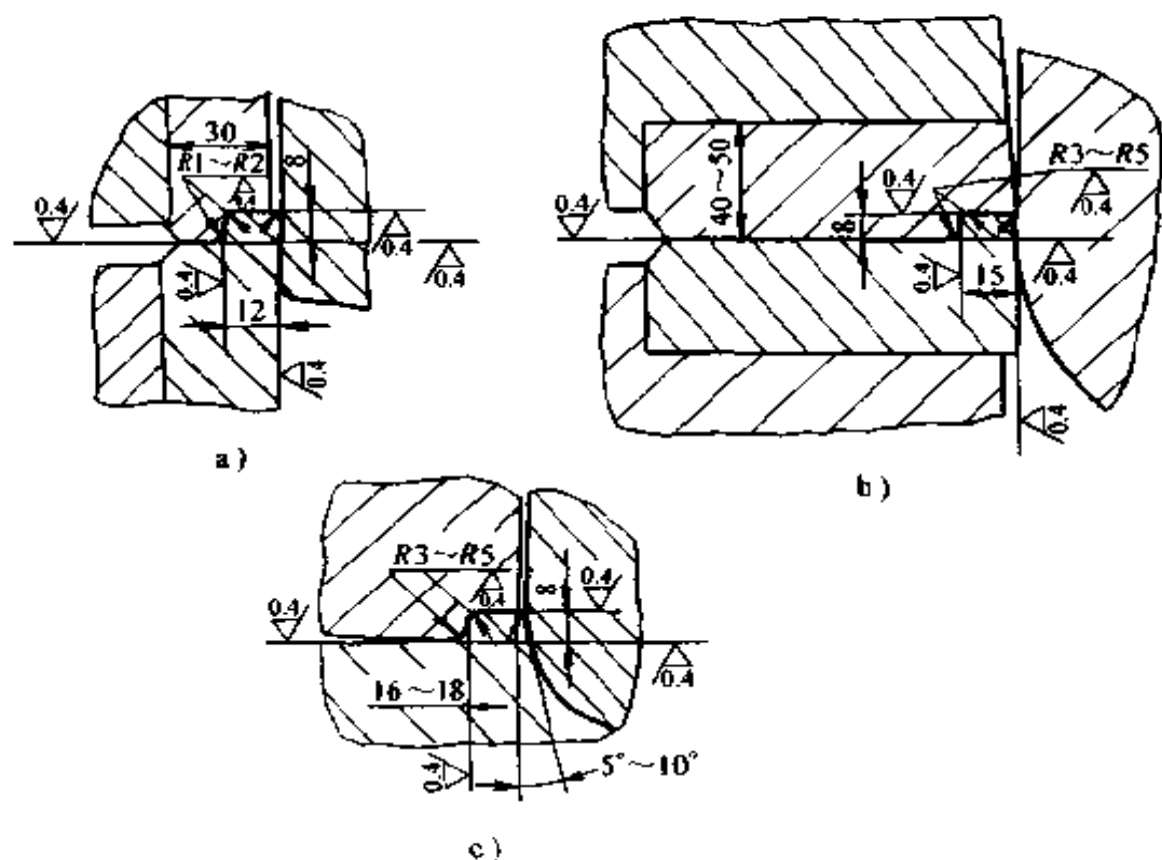


图 5-13 拉深槛

a) 用于拉深深度 25mm b) 用于拉深深度 25mm c) 用于小批量生产

29. 按拉深筋的作用不同, 拉深筋的布置原则是什么?

答: 按拉深筋的作用, 其布置原则见表 5-10。

表 5-10 拉深筋的布置原则

序号	要 求	布 置 原 则
1	增加进料阻力, 提高材料变形程度	放整圈的或间断的 1 条拉深槛或 1~3 条拉深筋
2	增加径向拉应力, 降低切向压应力, 防止坯料起皱	在容易起皱的部位设置局部的短筋
3	调整进料阻力和进料量	1. 拉深深度大的直线部位, 放 1~3 条拉深筋 2. 拉深深度大的圆弧部位, 不放拉深筋 3. 拉深深度相差较大时, 在深的部位不设拉深筋, 浅的部位设筋

30. 按凹模口几何形状不同，拉深筋的布置方法有哪些？

答：根据凹模口几何形状的不同，拉深筋的布置见表 5-11 和图 5-14。筋条位置一定要保证与坯料拉入凹模方向垂直。

表 5-11 按凹模口形状布置拉深筋的方法

序号	形 状	要 求	布 置 方 法
1	大外凸圆弧	补偿变形阻力不足	设置 1 条长筋
2	大内凹圆弧	1. 补偿变形阻力不足 2. 避免拉深时，材料从相邻两侧凸圆弧部分挤过来而形成皱折	设置 1 条长筋和 2 条短筋
3	小外凸圆弧	塑流阻力大，应让材料有可能向直线区段挤流	1. 不设拉深筋 2. 相邻筋的位置应与凸圆弧保持 $0^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 夹角关系
4	小内凹圆弧	将两相邻侧面挤过来的多余材料延展开，保证压边面下的毛坯处于良好状态	1. 沿凹模口不设筋 2. 在离凹模口较远处设置 2 条短筋
5	直 线	补偿变形阻力不足	根据直线长短设置 1~3 条拉深筋（长者多设，并呈塔形分布；短者少设）

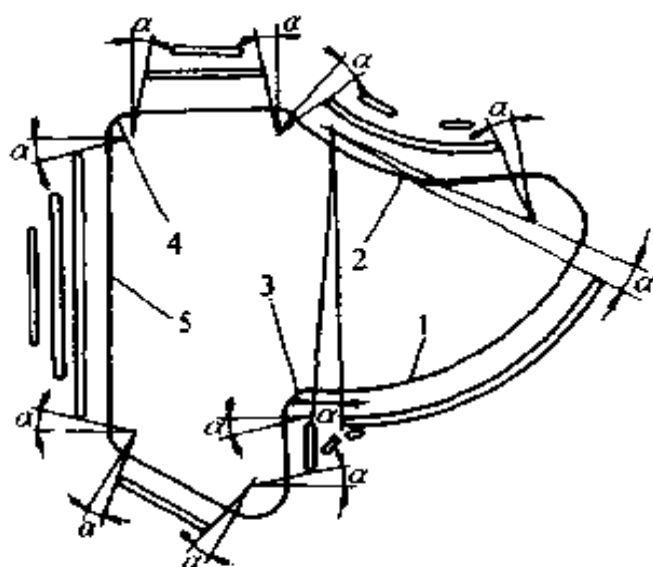


图 5-14 凹模口形状及拉深筋布置 $\alpha = 8^{\circ} \sim 12^{\circ}$

31. 工艺切口与工艺孔的作用是什么？

答：当需要在工件的中间部位上冲压某些深度较大的局部突起或鼓包时，在一次拉深中，往往由于不能从坯料的外部得到材料的补充而造成局部开裂。这时可考虑在局部突起变形区的适当部位冲出工艺切口或工艺孔，使容易破裂的区域从变形区内部得到材料的补充。

32. 工艺切口与工艺孔的制法和要求有哪些？

答：工艺切口一般在拉深时冲出，工艺孔可在拉深过程中或在落料工序中冲出。工艺切口和工艺孔的数量、大小和形状要视其所处的区域和变形的要求由试验决定。

工艺切口或工艺孔在拉深中冲出时，要掌握好冲出时间，难变形区解除太早会影响其他部位产生起皱，太晚又可能不起作用。同时，要注意切口毛刺对工件表面的影响。

工艺切口或工艺孔必须处在工艺补充部分，并能在以后的工序中切除而不影响零件质量（如图 5-15）。

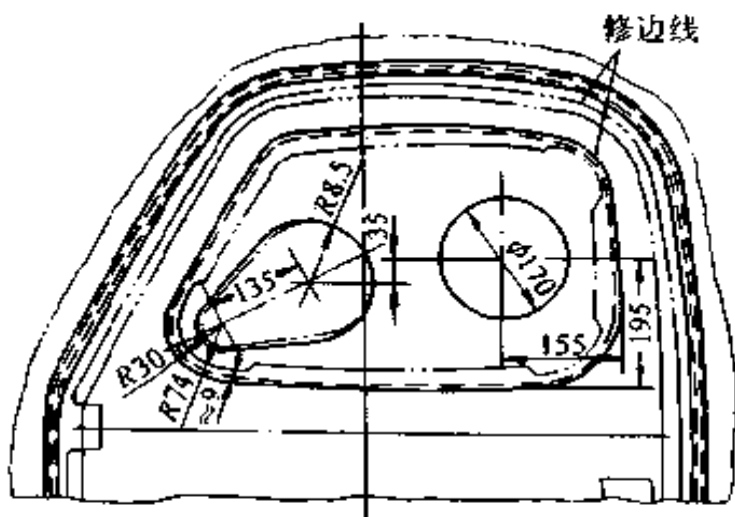


图 5-15 汽车外门板拉深时的工艺孔

33. 复杂曲面零件的拉深件形状设计内容有哪些？

答：复杂曲面零件拉深件形状设计，要根据产品的形状、尺寸及工艺要求，常需在零件的局部及四周增设工艺补充部分，将零件形状变换成适于拉深的形式，以达到凹模口内四周的变形阻力和拉深件塑性变形均匀之目的，并为后续

工序创造有利的条件。具体设计内容如下：

1) 填补零件上所有的孔，并考虑是否开工艺切口或工艺孔。

2) 将零件的边缘按形状特点和需要进行展开，同时决定修边形式和后续工序的定位。

34. 拉深件常见的修边形式有哪些？

答：复杂曲面零件拉深件常见的修边形式有：垂直修边和侧向修边，如图 5-16 所示。

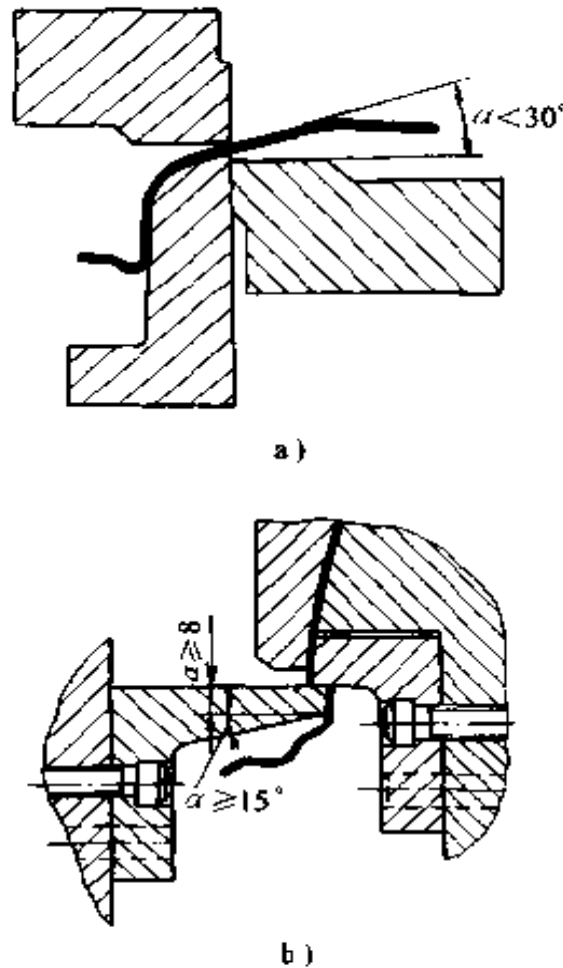


图 5-16 修边形式

a) 垂直修边 b) 侧向修边

35. 复杂曲面零件的拉深件定位形式有哪些?

答: 常见的定位形式有:

1) 依靠拉深件的内表面或外表面定位。一般用外表面定位比内表面定位有利于送料操作。

2) 用工艺孔定位。孔的位置应在压边面上变形较小的地方, 通常是在拉深的同时冲出。孔径一般为 $\phi 10 \sim \phi 15\text{mm}$, 孔距越远, 定位越可靠。

3) 建立零件的展开边缘与压边面之间的工艺补充面。工艺补

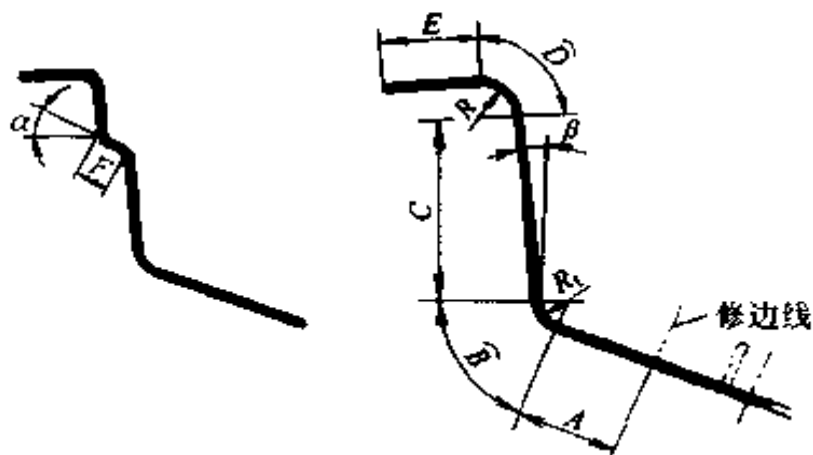


图 5-17 工艺补充部分示意

充面部分的组成见图 5-17。

36. 工艺补充面各部分作用有哪些? 其尺寸如何确定?

答: 工艺补充面各部分作用及尺寸确定见表 5-12。

表 5-12 工艺补充面各部分作用及尺寸

代号	名称	性质	作用	尺寸/mm
A	底面	从工件的修边线到凸模圆角	1. 调整时, 不致因 r_p 修磨变大而影响工件尺寸 2. 保证修边刃口的强度要求 3. 满足定位的结构要求	用拉深定位时: $A \geq 8$ 用侧壁定位时: $A \geq 5$
B	凸模圆角面	凸模圆角 r_p 处的弧面	降低变形阻力	一般拉深件: $r_p = (4 \sim 8)t$ 复杂拉深件: $r_p \geq 10t$

(续)

代号	名称	性质	作用	尺寸/mm
C	侧壁面	使拉深件沿凹模周边形成一定的深度	1. 控制工件表面有足够的拉应力, 保证毛坯全部延展, 减小皱折的形成 2. 调节深度, 配置较理想的压边面 3. 满足定位和取件要求 4. 满足修边刀口强度要求	$C = 10 \sim 20$ $\beta = 6^\circ \sim 10^\circ$
D	凹模圆角面	拉深材料流动面	r_d 的大小直接影响毛坯流动的变形阻力。 r_d 愈大, 则阻力愈小, 容易拉深。 r_d 小则反之。	$r_d = (4 \sim 10) t$ 料厚或深度大时取大值允许在调整中变化
E	凸缘面	压边面	1. 控制拉深时进料阻力大小 2. 布置拉深筋 (槽) 和定位	$E = 40 \sim 50$
F	棱台面		使水平修边改为垂直修边, 简化冲模结构	$F = 3 \sim 5$ $\alpha \leq 40^\circ$

37. 拉深中是否采用压边圈的条件是什么?

答: 拉深时, 若坯料的相对厚度较小而变形程度又较大, 就会在变形区出现起皱现象。防止起皱的主要措施是采用有压边装置的拉深模。拉深中是否采用压边圈的条件见表 5-13。

表 5-13 是否采用压边圈的条件

拉深方法	第一次拉深		以后各次拉深	
	$t/D_0 \times 100$	m_1	$t/d_{n-1} \times 100$	m_n
用压边圈	< 1.5	< 0.6	< 1	< 0.8
可用可不用压边圈	$1.5 \sim 2.0$	0.6	$1 \sim 1.5$	0.8
不用压边圈	> 2.0	> 0.6	> 1.5	> 0.8

38. 常用压边装置有哪些类型?

答: 常用压边装置分两种类型:

1) 刚性压边装置 (见图 5-18), 即在双动压力机上利用外滑块压边。

2) 弹性压边装置 (见图 5-19), 用于一般的单动压力机。利用气垫、弹簧垫、橡胶垫产生的压力进行压边, 其特点是压边力随压力机行程而变化, 不同压边装置压边力与行程的关系见图 5-20。

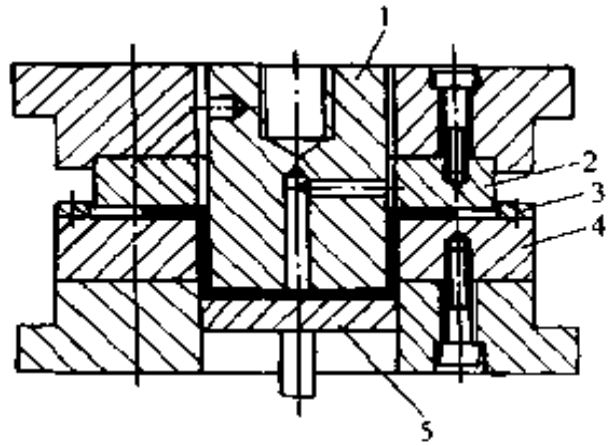


图 5-18 刚性压边装置

1—凸模 2—压边圈
3—定位板 4—凹模 5—顶件块

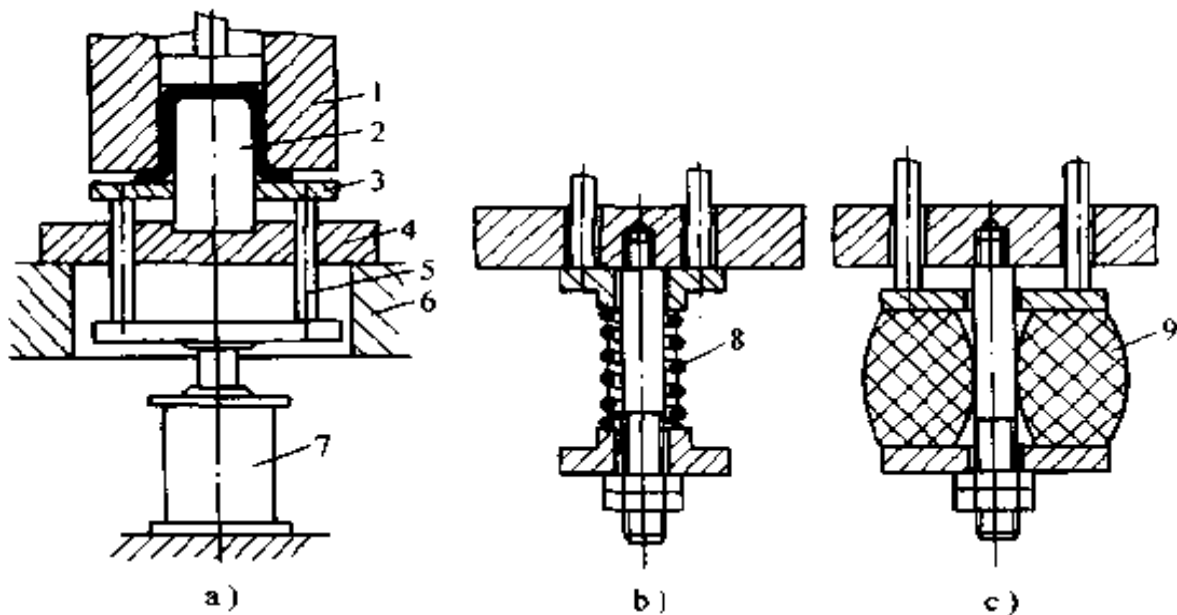


图 5-19 弹性压边装置

a) 气垫 b) 弹性垫 c) 橡胶垫

1—凹模 2—凸模 3—压边圈 4—下模座

5—顶杆 6—压力机工作台 7—气缸 8—弹簧 9—橡胶

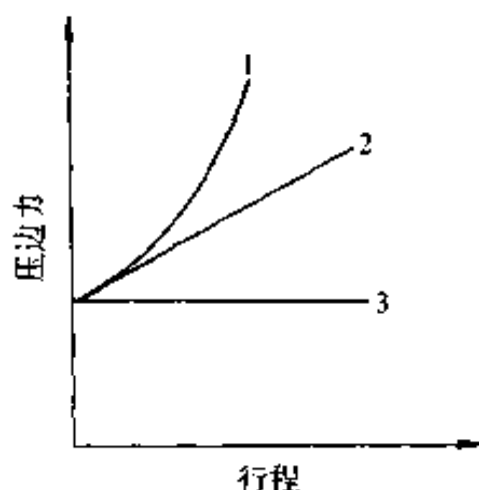


图 5-20 压边力与行程的关系
1—橡胶垫 2—弹簧垫 3—气垫

39. 拉深模常见压边圈的形式有哪些?

答：首次拉深模一般采用平面压边圈（见图 5-21a）；当 $t/D_0 < 0.3$ ，且凸缘较小而凹模圆角半径较大时，应采用弧形压边圈（见图 5-21b）；对于宽凸缘拉深件，为了减少压边圈与坯料的接触面积，增大单边压边力，可采用局部压边的压边圈（见图 5-21c）。

为了保持压边力均衡，防止压边圈将坯料压得过紧，可以采用带限位装置的压边圈，如图 5-22 所示。图 5-22a 适用于第一次拉深工序；图 5-22b 为固定式，图 5-22c 为可调式，用于以后各次拉深工序。限位距离 s 的大小，根据拉深件的形状及材料分别为：

拉深带凸缘的工件时： $s = t + (0.05 \sim 0.1) \text{ mm}$

拉深钢件时： $s = 1.2t \text{ mm}$

拉深铝合金工件时： $s = 1.1t \text{ mm}$

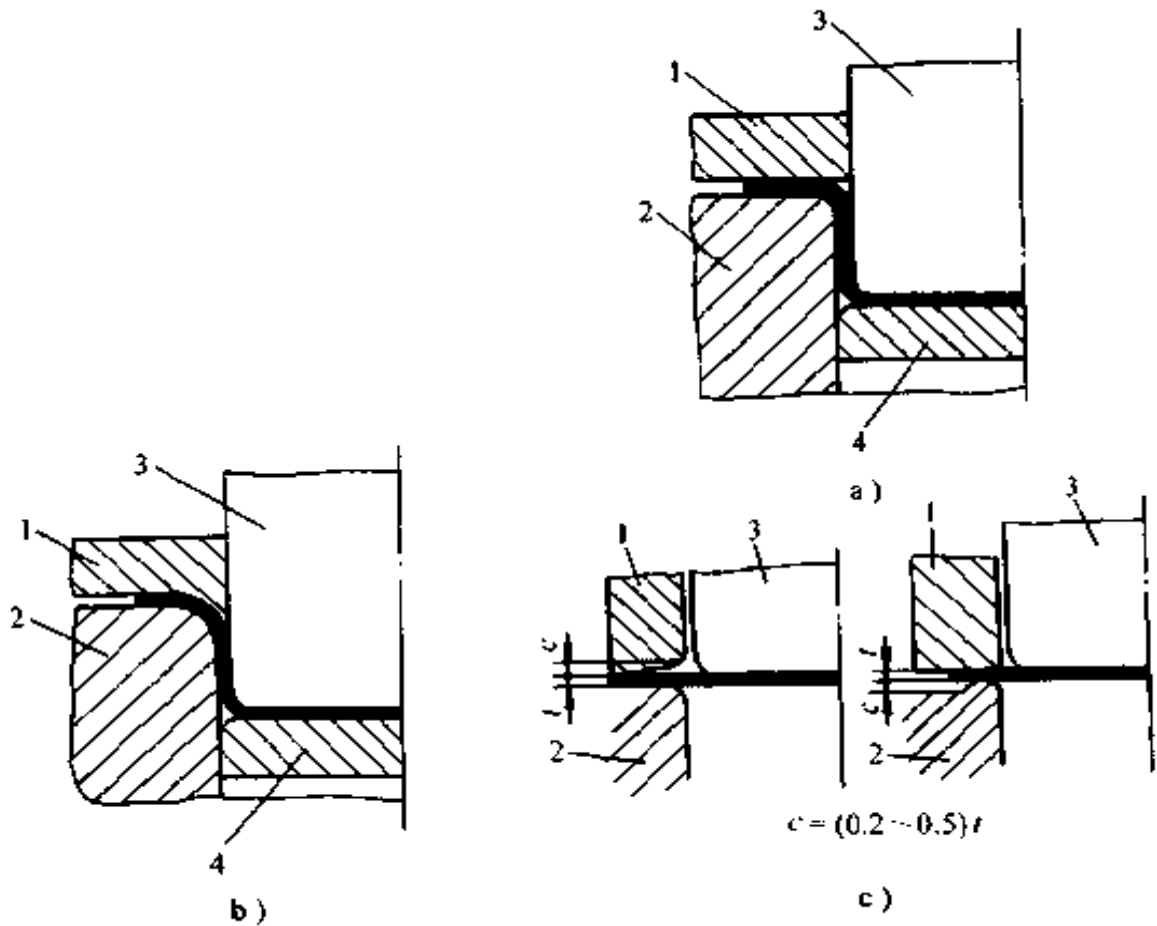


图 5-21 普通压边圈

a) 平面压边圈 b) 弧形压边圈 c) 局部压边的压边圈

1—压边圈 2—凹模 3—凸模 4—顶板

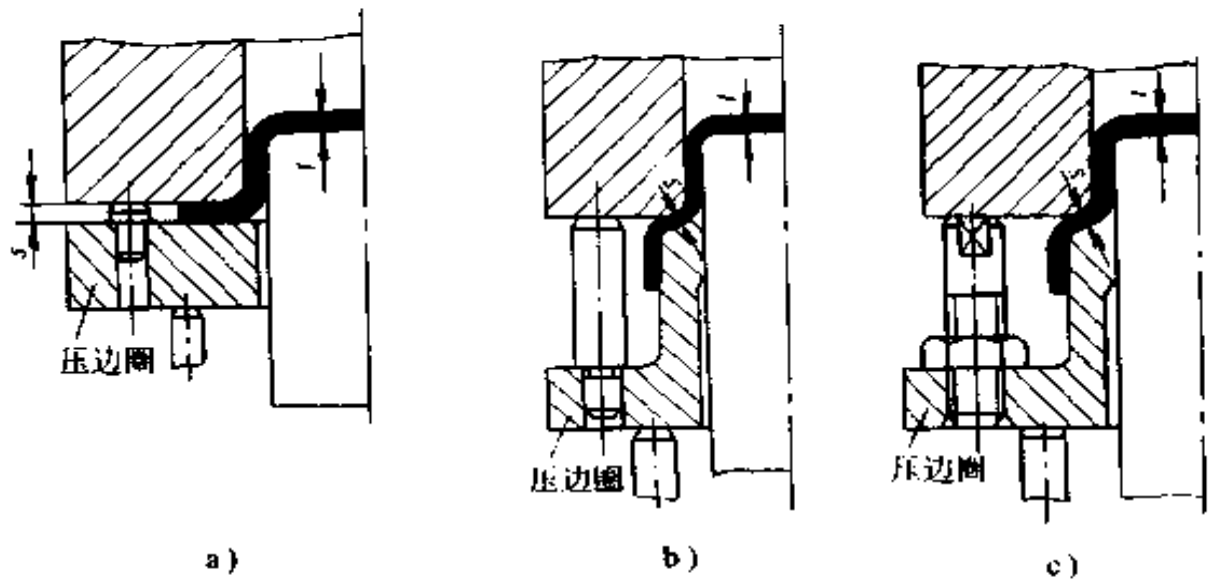


图 5-22 带限位装置的压边圈

a) 有限位平面压边圈 b) 中间工序限位固定式压边圈 c) 中间工序限位可调式压边圈

40. 拉深模压边力如何确定？

答：拉深中压边力 F_2 (N) 的计算见式 (5-11)

$$F_2 = K_2 A p \quad (5-11)$$

式中 A ——压边面积 (mm^2);

p ——单位压边力 (MPa) (见表 5-14);

K_2 ——系数, 取 1.1~1.4 (m 小时取大值)。

为避免拉裂, 在保证坯料不起皱的前提下, 压边力应选取尽量小的数值。

表 5-14 单位压边力 p (MPa)

材 料	单位压边力 p
铝	0.8~1.2
纯铜、硬铝 (退火的或刚淬好火的)	1.2~1.8
黄铜	1.5~2
压轧黄铜	2~2.5
20 钢、08 钢、镀锡钢板	2.5~3
软化状态的耐热钢	2.8~3.5
高合金钢、高锰钢、不锈钢	3~4.5

41. 拉深模间隙对拉深有哪些影响？

答：拉深模间隙对拉深的影响如下：

1) 拉深力：间隙愈小，拉深力愈大。

2) 工件质量：间隙过大，工件容易起皱，而且口部的变厚得不到消除，工件出现较大的锥度；而间隙过小，则会使工件严重变薄，甚至产生破裂或拉断。

3) 模具寿命：间隙小，则模具磨损加剧，寿命降低。

42. 确定拉深模间隙大小及方向的原则是什么？

答：确定拉深模间隙大小的一般原则是：既要考虑料厚的公差，又要考虑拉深件口部的增厚现象，因此，间隙一般应比坯料厚度略大一些。

拉深模在确定其凸、凹模间隙的方向时，主要应正确选定最后一次拉深的间隙方向，在中间拉深工序中，间隙的方向是任意的。而最后一次拉深的间隙方向应按下列原则确定：

当拉深件要求外形尺寸正确时，间隙应由缩小凸模取得；当拉深件要求内形尺寸正确时，间隙应由扩大凹模取得。

43. 拉深模间隙值大小如何确定？

答：矩形件拉深时，由于材料在拐角部分变厚较多，拐角部分间隙应比直边部分的间隙大 $0.1t$ (t —拉深件材料厚度)。

拉深时，凸模与凹模间每侧的间隙 $z/2$ (mm) 可按式 (5-12) 计算

$$z/2 = t_{\max} + Kt \quad (5-12)$$

式中 t_{\max} ——材料的最大厚度 (mm)；

K ——系数 (见表 5-15)；

t ——材料厚度 (mm)。

表 5-15 拉深模间隙系数 K

材料厚度 t/mm	一般精度		较精密拉深	精密拉深
	一次拉深	多次拉深		
<0.4	0.07~0.09	0.08~0.10	0.04~0.05	
$\geq 0.4-1.2$	0.08~0.10	0.10~0.14	0.05~0.06	0~0.04
$\geq 1.2-3$	0.10~0.12	0.14~0.16	0.07~0.09	
≥ 3	0.12~0.14	0.16~0.20	0.08~0.10	

注：1. 对于强度高的材料，K 取较小值。

2. 精度要求高的拉深件，建议最后一道采用拉深系数 $m = 0.9 \sim 0.95$ 的整形拉深。

44. 拉深模圆角半径如何确定？

答：凸模圆角半径增大，可减小拉深系数极限值，所以应该避免小圆角半径。过小的圆角半径显然将增大拉应力，使得危险剖面处材料发生很大的变薄，在后续拉深工序中，该变薄部分将转移到侧壁上，同时承受切向压缩，因而导致形成具有明显小折痕的环形圈。

凹模圆角半径对拉深力的变形情况有明显的影响。增大凹模圆角半径，不仅降低了拉深力，而且由于危险剖面的应力数值降低，增加了在一次拉深中可能的拉深深度，亦即可以减低拉深系数的极限值。但过大的圆角半径，将会减少毛坯在压边圈下的面积，因而当毛坯外缘离开压边圈的平面部分后，可能导致发生皱折。

拉深凹模的圆角半径 r_d (mm) 可按以下公式确定：

$$r_d = 0.8 \sqrt{(d_0 - d) t} \quad (5-13)$$

式中 d_0 ——坯料直径或上一次拉深件直径 (mm);

d ——本次拉深件直径 (mm);

t ——材料厚度 (mm)。

多道拉深的凸模圆角半径, 第一道可取与凹模半径相同的数值, 以后各道可取工件直径减小值的一半。末道拉深凸模的圆角半径值, 决定于工件要求, 如果工件要求的圆角半径小时, 需增加整形模, 整形小圆角。

45. 拉深模凸模为什么要设计通气孔? 其尺寸大小应如何确定?

答: 制件在拉深时, 由于拉深力的作用或润滑油等因素, 使得制件很容易被粘附在凸模上, 制件与凸模间形成真空, 增加卸件困难, 造成制件底部不平。为此, 凸模应设计有通气孔, 以便拉深后制件容易卸脱。拉制不锈钢件或拉深大型制件, 由于粘附力大, 可在通气孔中通以高压气体或液体, 以便拉深后将制件卸下。对于一般小型件拉深, 可直接在凸模上钻出通气孔, 其大小根据凸模尺寸而定, 具体数值可从表 5-16 查得。

表 5-16 拉深凸模通气孔尺寸 (mm)

凸模直径 d	< 30	> 30 ~ 50	> 50 ~ 100	> 100 ~ 200	> 200
通气孔直径 d_t	≤ 3	5	6.5	8	9.5

46. 第一次拉深工序的模具有哪些类型?

答: 第一次拉深工序的模具类型见表 5-17。

47. 后续拉深工序的简单模具有哪些?

答: 后续拉深工序的模具见表 5-18。

表 5-17 第一次拉深工序的模具

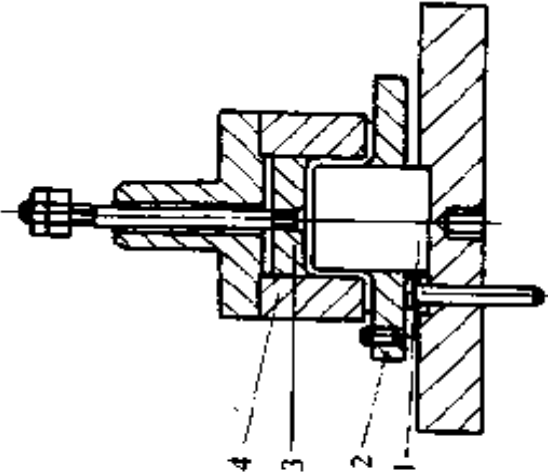
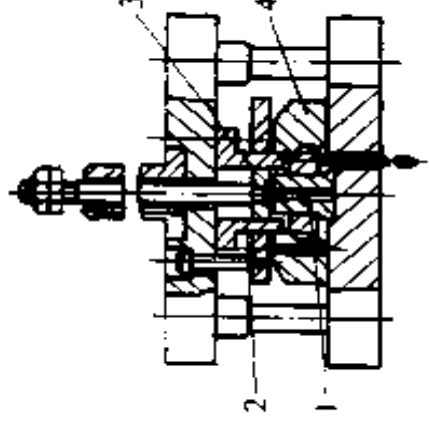
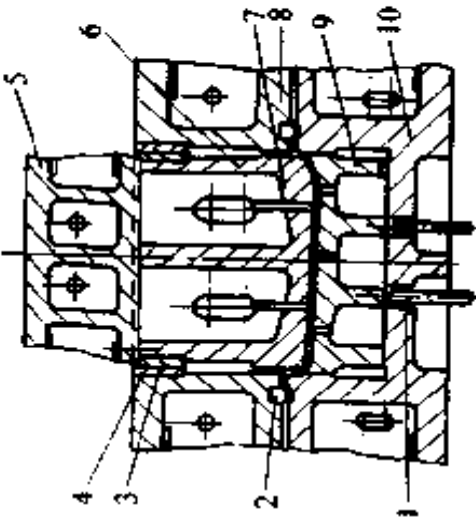
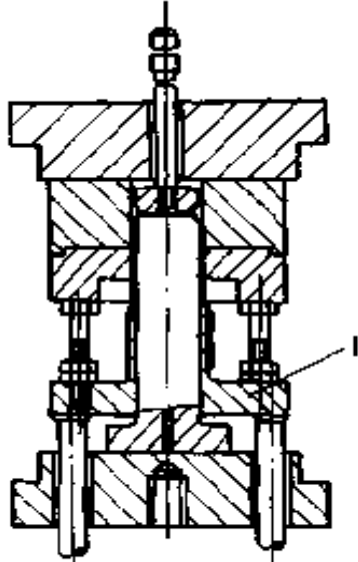
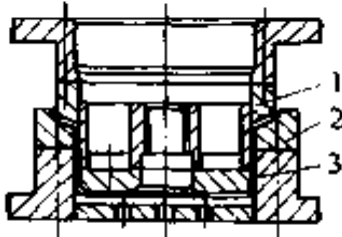
分类	简单拉深模	落料拉深复合模	双动压力机用拉深模
简图	 <p>1—凸模 2—压边圈 3—推件板 4—凹模</p>	 <p>1—拉深凸模 2—凸凹模 3—推件板 4—落料凹模</p>	 <p>1—顶杆 2—拉深筋 3、4—导板 5—凸模固定座 6—凸模 7—出气管 8—压边圈 9—凹模 10—凹模座</p>
特点	<p>凸模装于下模，坯料由压边圈定 位，推件板推下拉深件</p>	<p>首先落料出拉深坯料，再由 拉深凸模和凸凹模将坯料拉深</p>	<p>根据拉深工艺使用双动压力机。 凸模通过固定座安装在双动压力机 的内滑块上，压边圈安装在双动压 力机的外滑块上，凹模安装在双动 压力机的下台面上，凸模与压边圈 之间有导板导向</p>

表 5-18 后续拉深工序的模具

分 类	简 图	特 点
<p>在单动压力机上的拉深模</p>	 <p>1—定位圈</p>	<p>定位圈使工序件定位，而该定位圈又是压边圈</p>
<p>在双动压力机上的拉深模</p>	 <p>1—压边圈 2—凹模 3—凸模</p>	<p>压边圈将坯料压紧，凸模下降进行拉深</p>

48. 带弹性压边圈的单工序拉深模结构有何特点？

答：图 5-23 所示是带有弹性压边圈的正向简单拉深模，

其主要特点是在上模装有弹性压边圈 3。工作时，将毛坯置于定位环 2 中，在凸模 4 的作用下拉深成形，拉伸后制件由凹模 1 口内的底部刮落。

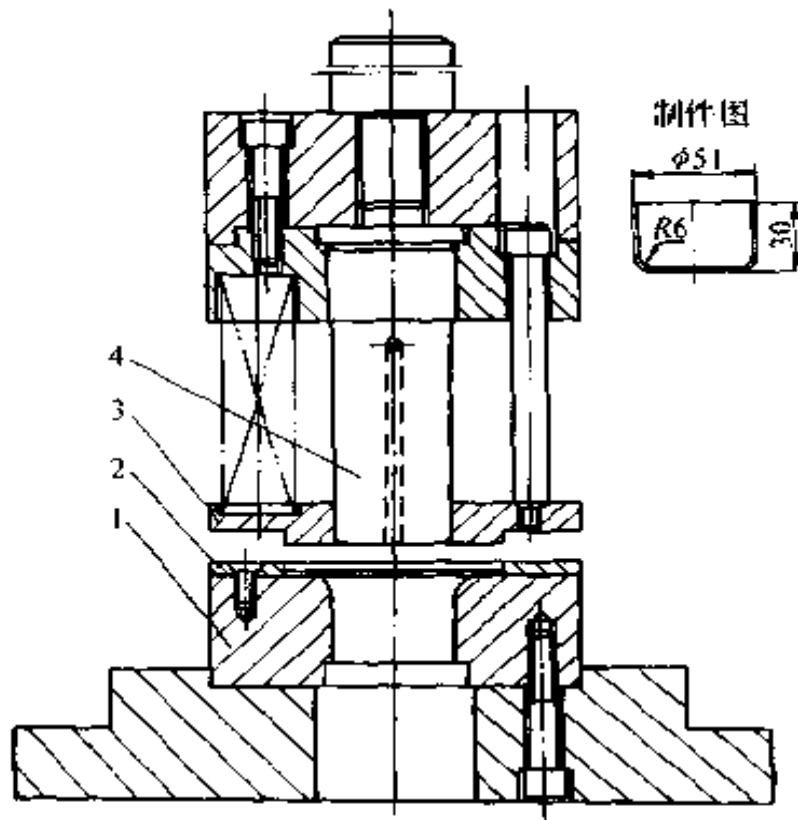


图 5-23 带弹性压边圈的单工序拉深模
1—凹模 2—定位环 3—压边圈 4—凸模

49. 反向带压边圈的拉深模结构有何特点？

答：图 5-24 所示是一种反向带压边圈的拉深模，它较正向结构更紧凑，压边力由下模的橡胶缓冲垫或弹簧提供，行程较大。上模的推件器是拉深件底部的成形凹模，这种结构具有较大的刚性，保证了制件底部的成形质量。工作时，把毛坯置于压边圈内定位。因凹模采用硬质合金镶件，故使

用寿命长，适用于大批量生产。

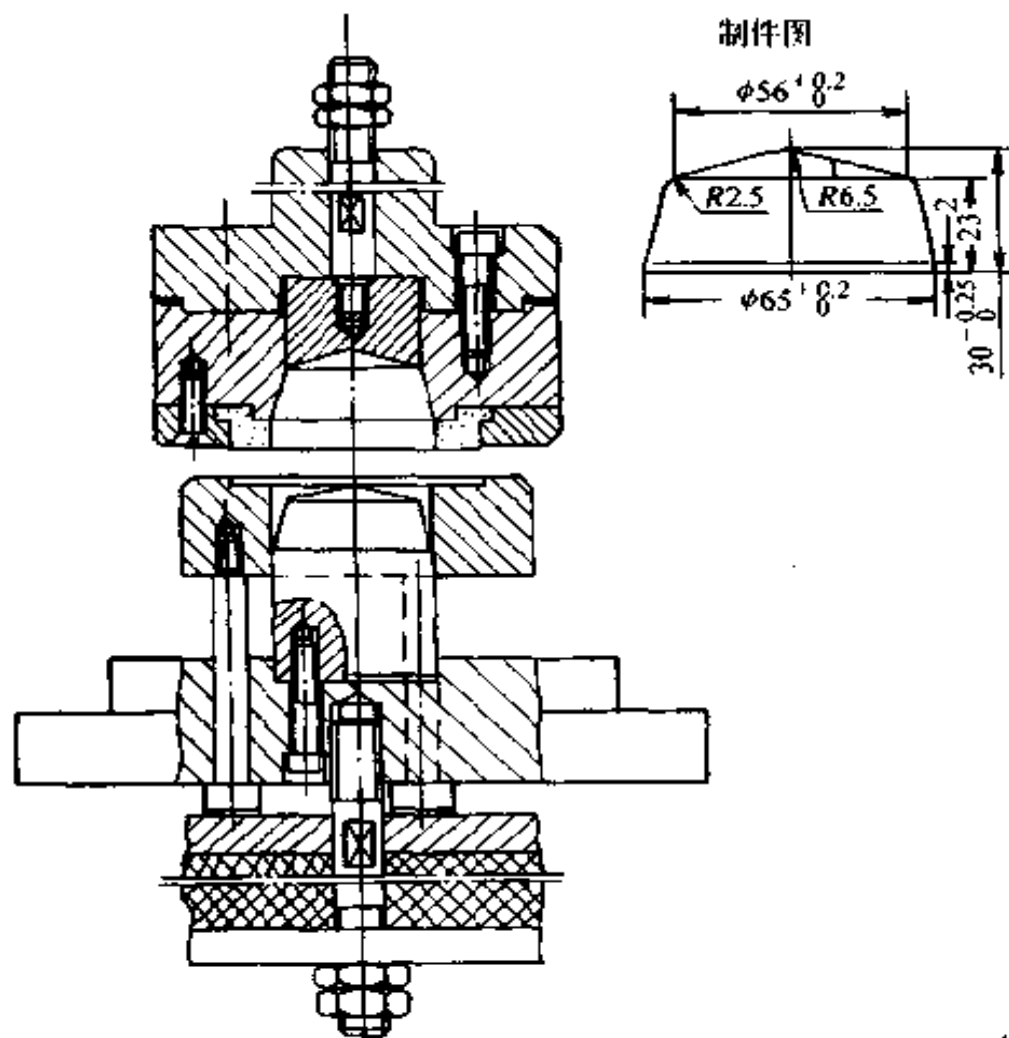


图 5-24 反向硬质合金拉深模

50. 带导柱的反拉深模结构有何特点？

答：将工序件按前工序相反方向进行拉深，称为反拉深。反拉深把工序件内壁外翻，工序件与凹模接触面大，材料流动阻力也大，因而可不用压边圈。图 5-25 所示是带导

柱的反拉深模，工作时，先将半成品（见毛坯图）置于凹模 2 孔内定位，再由凸凹模 3 将坯件压紧，然后凸模 1 进入凸凹模 3 内，将制件作反向拉深成形，制件由打杆 5，推板 4 从凸凹模 3 中打下。

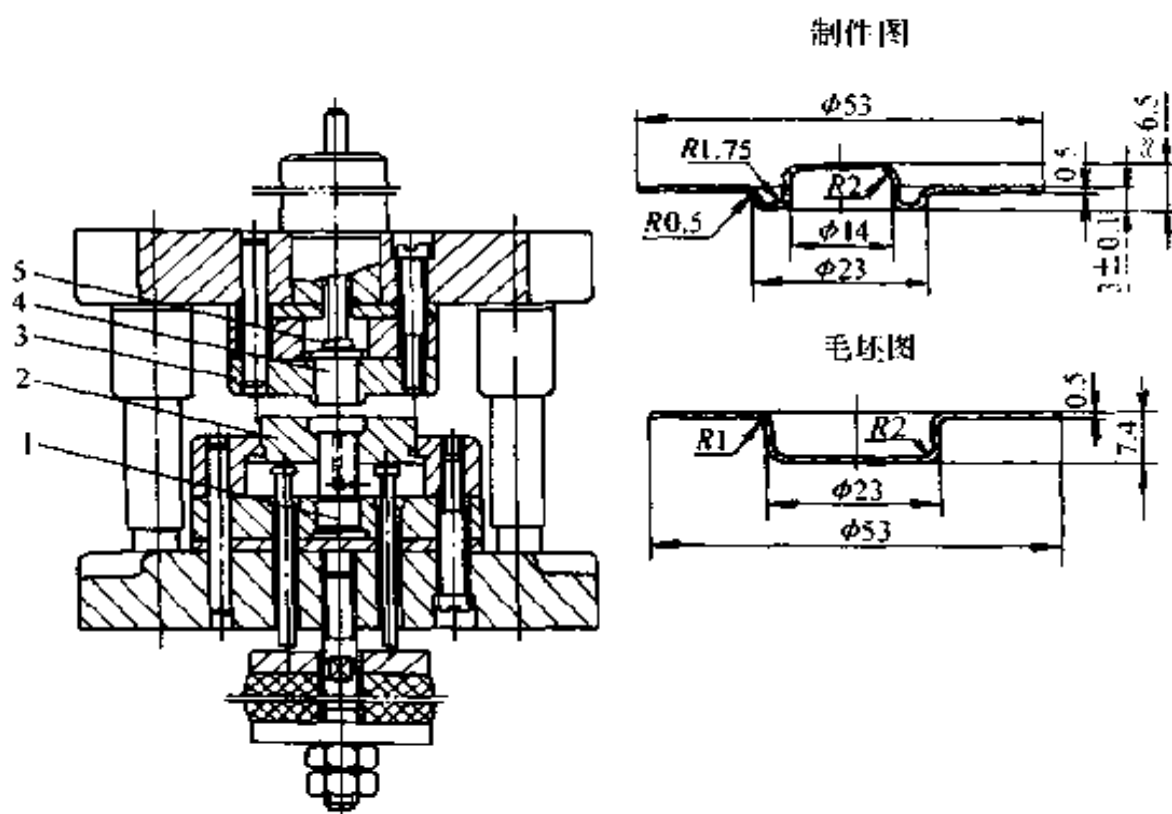


图 5-25 反拉深模

1—凸模 2—凹模 3—凸凹模 4—推板 5—打杆

51. 半球形件正反拉深模结构有何特点？

答：图 5-26 所示是半球形件的正反拉深模，在压力机的一次行程中完成正反拉深。在没有双动压力机的条件下，用固定压边圈压边。这种结构适用于普通压力机拉深，拉深后制件的球面没有皱折，尺寸准确。

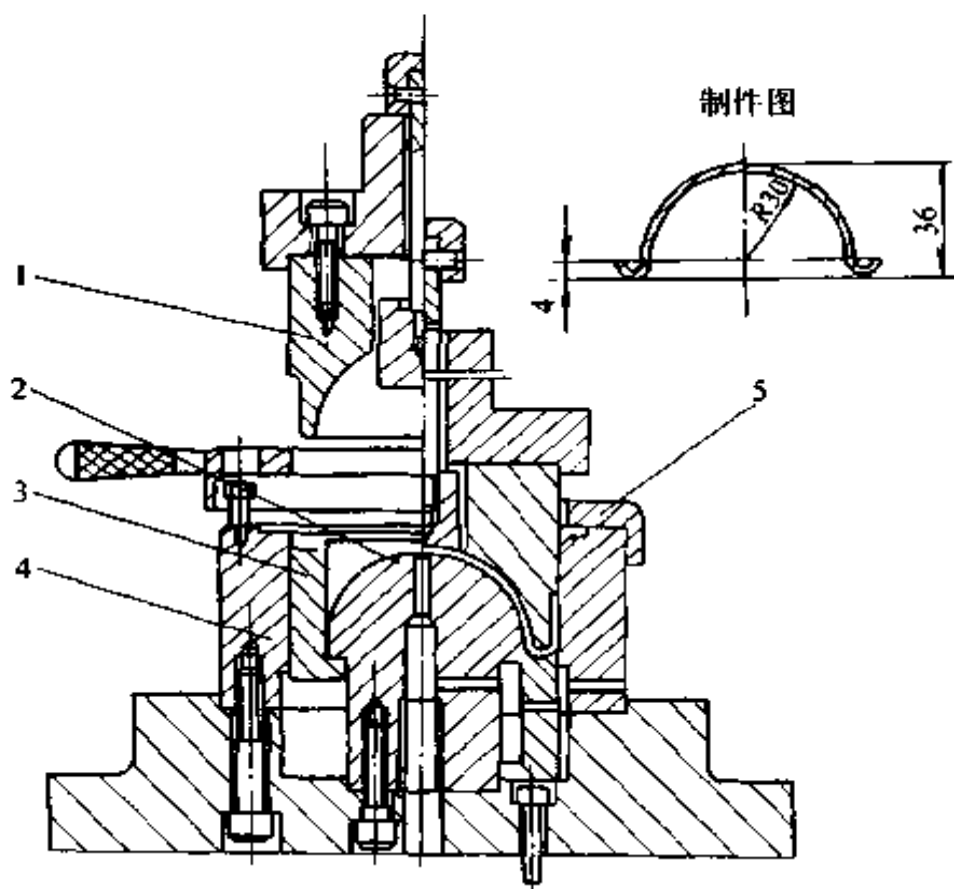


图 5-26 半球形件的正反拉深模

1—凸凹模 2—凸模

3—顶料圈 4—凹模 5—固定压边圈

52. 落料与正反拉深模结构有何特点？

答：图 5-27 所示为落料与正反拉深模，在冲压机（压力机）的一次行程中，先落料再正向拉深，然后反向拉深成形。拉深的压边力由固定在下模的缓冲器提供，制件拉深成形后由打杆卸下。

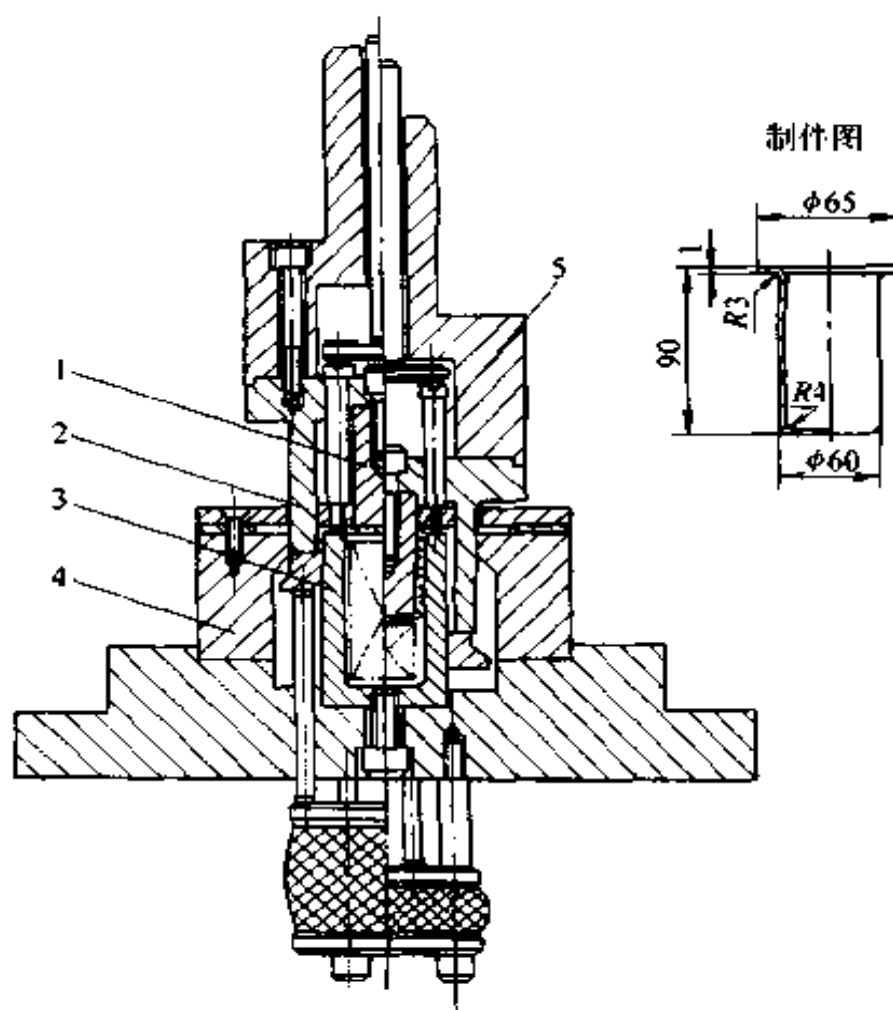


图 5-27 落料与正反拉深模

1—拉深凸模 2—落料凸凹模 3—凸凹模 4—落料凹模 5—打杆

53. 无导柱二次拉深模结构有何特点？

答：图 5-28 所示是无导柱第二次拉深模。工作时，把上一道工序拉深成形的半成品套在凸模 2 上定位。当上模随压力机滑块下行时，先由成形推板 4 的端面压住半成品的凸缘面，在压力作用下，卸料板 1 随上模下压，缓冲器的橡胶受到压缩（图中未画出），凸模 2 进入凹模 3 的型孔内面拉深成形。当上模回升时，被压缩的橡胶弹顶，推动卸料板 1，将制件从凸模 2 中推出。如果制件存留在凹模内，则在弹簧作用下推动成形推板 4 将制件顶出。

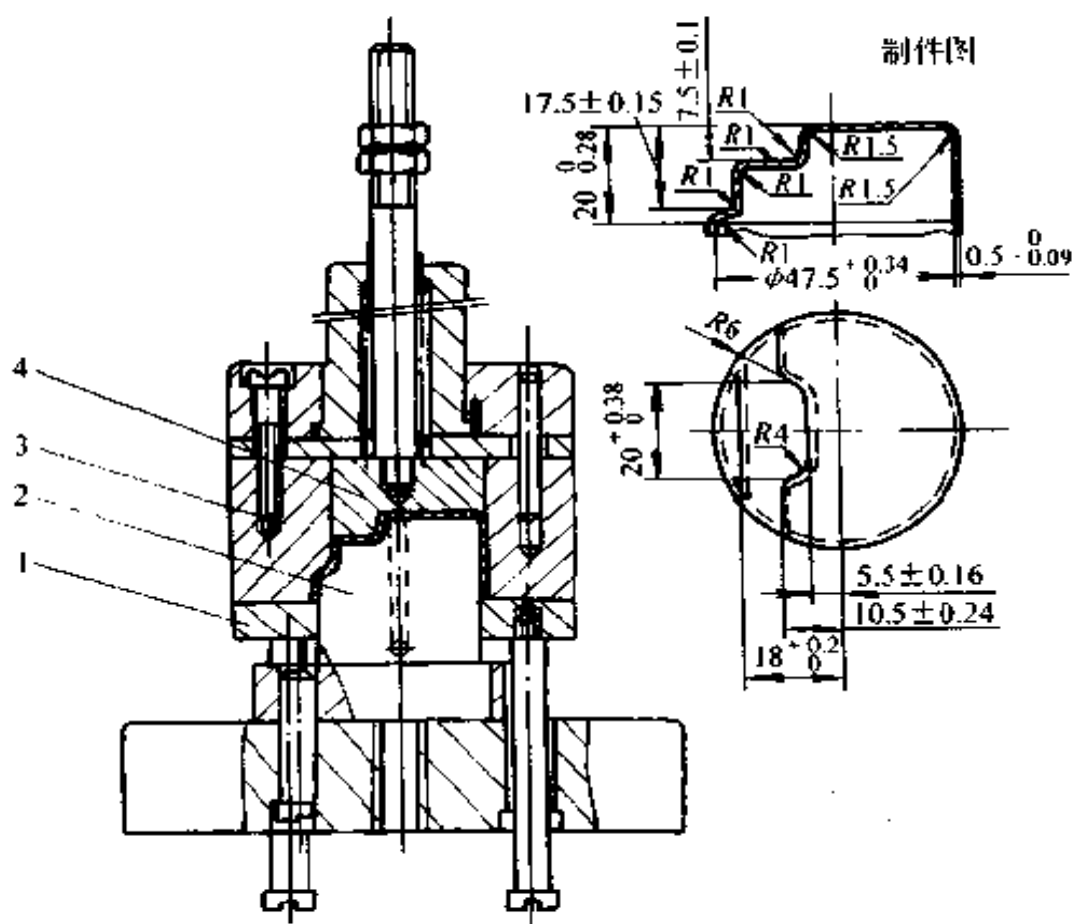


图 5-28 无导柱第二次拉深模

1—卸料板 2—凸模 3—凹模 4—成形推板

54. 移动式凹模拉深模结构有何特点?

答：图 5-29 所示是移动式凹模拉深模，它适用于制件高度高而压力机行程小，不足以取出制件的圆形、方形件的中间工序拉深。凹模 9 和定位板 2 可在两个导板 8 内前后移动。工作时，先将凹模 9 拉出，然后把前一道工序的半成品件置于定位板 2 内，再将凹模 9 推至挡销位置。拉深成形后的制件，由凹模下部的刮料板 7 卸下。

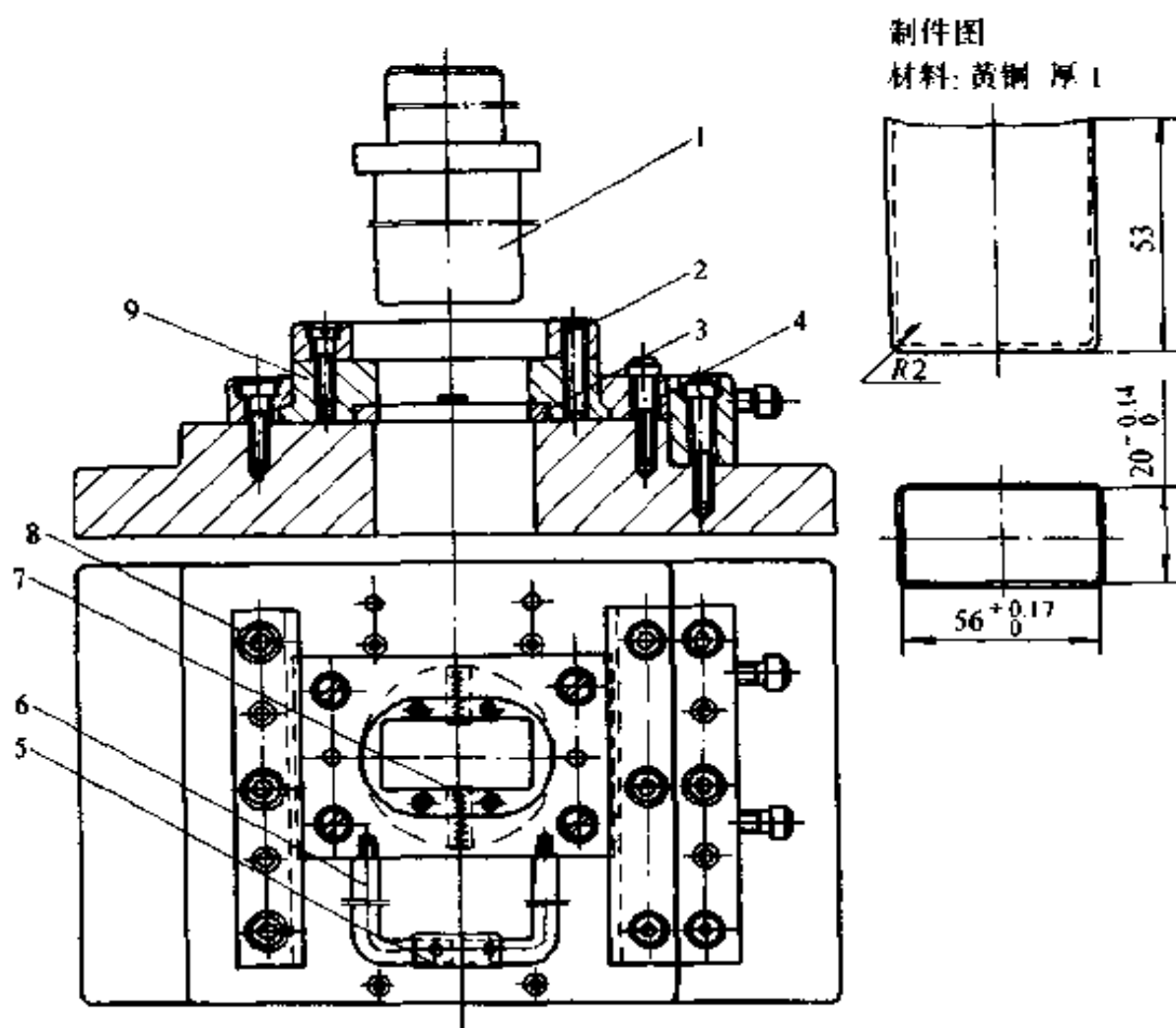


图 5-29 移动式凹模拉深模

1—凸模 2—定位板 3—托板 4—固定板
5—接套 6—手把 7—刮料板 8—导板 9—凹模

55. 矩形件落料拉深模结构有何特点?

答: 图 5-30 所示是矩形件落料拉深模, 它适用于高矩形或高圆筒形件拉深。中间无搭边, 只有两侧有搭边余料。落料时, 废料由落料凸模冲裁后自动切断, 因而不设卸料板。

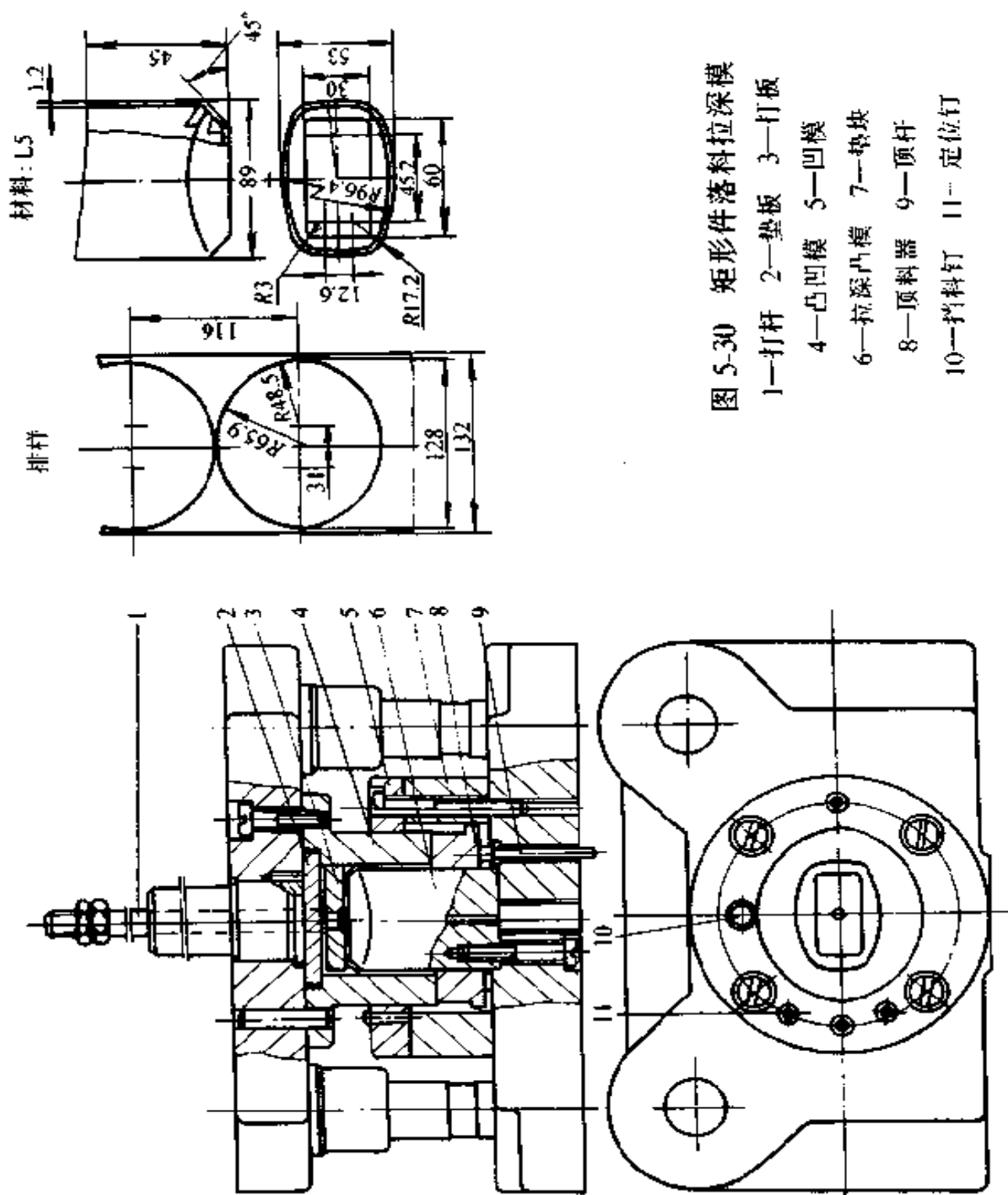


图 5-30 矩形件落料拉深模

56. 落料拉深冲孔复合模结构有何特点？

答：复合拉深模是指压力机在一次行程中，除完成拉深外，还完成其他冲裁工作。图 5-31 所示为落料、拉深、冲孔复合模。该模具的结构特点是带有高精度的导向装置和防皱压边圈装置，能保证落料、拉深、冲孔间隙，适用于冲压较薄材料的制件，但刃磨比较困难。为避免废料粘附于冲孔凸模 3 的端面及积聚于凹模 8 孔内，在冲孔凸模上设有弹顶推料杆 5，使废料由缓冲装置（图中未画出）中螺杆上的内孔排出。工作时，卸料板 7 先压紧材料，然后由凸凹模 8，

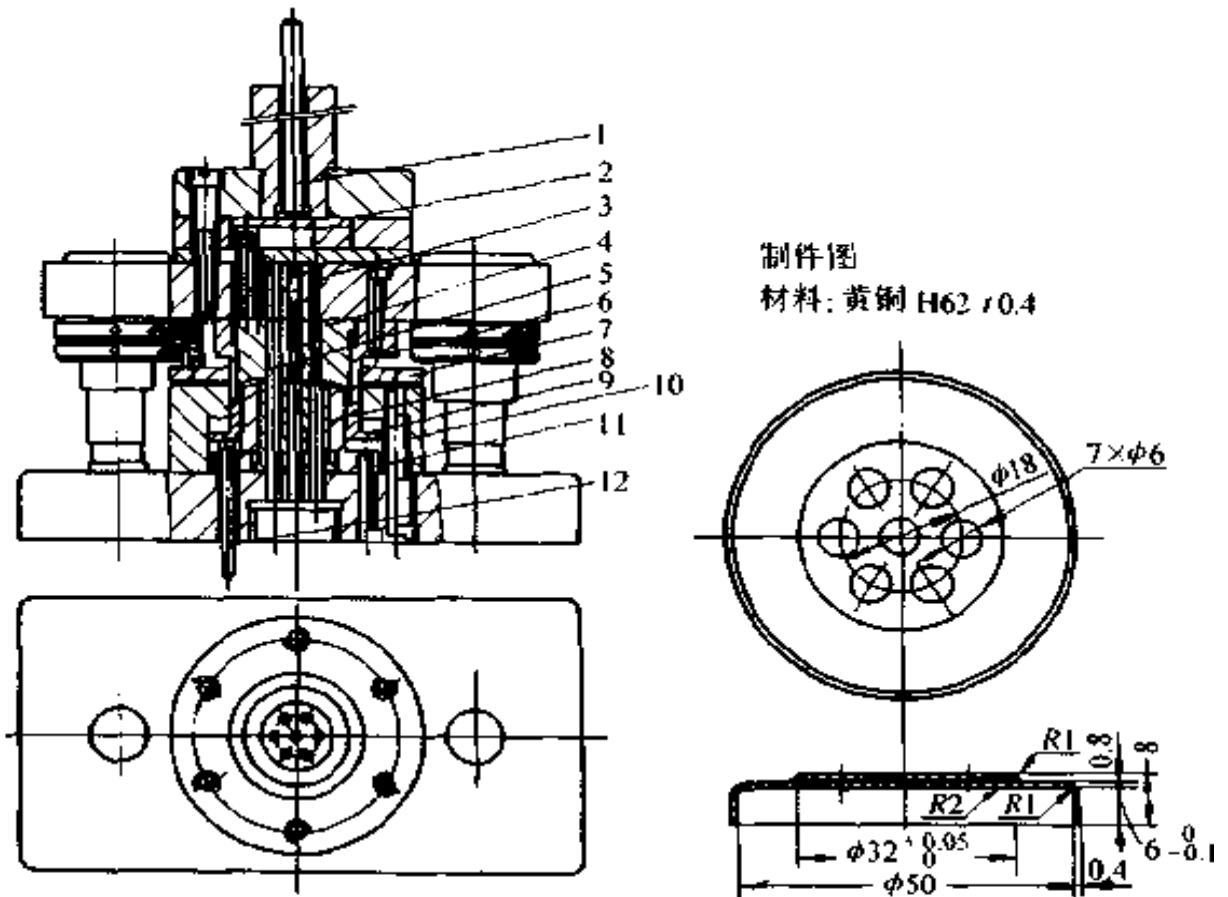


图 5-31 落料拉深冲孔复合模

- 1—打杆 2—打板 3—冲孔凸模 4—活动成形凹模
5—推料杆 6—拉深凹模 7—卸料板 8—凸凹模
9—顶板 10—垫块 11—顶杆 12—缓冲器

拉深凹模 6、冲孔凸模 3 与下模配合，在完成落料后拉深、冲孔。上模回升时，在缓冲器 12 反弹力作用下，由顶板 9 将制件顶出；若制件留在上模，则由活动成形凹模 4 卸下制件。

57. 变薄拉深凸模、凹模尺寸如何确定？

答：变薄拉深与一般拉深不同，变薄拉深时，工件直径变化很小，工件底部厚度基本上没有变化，但是工件侧面壁厚在拉深中加以变薄，工件高度相应增加。变薄拉深凹模的形式见表 5-19，变薄拉深凸模的形式见表 5-20。

表 5-19 变薄拉深凹模的形式

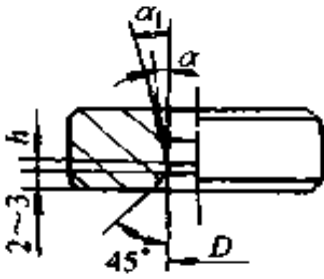
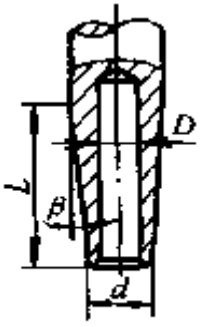
简 图	参 数	
	凹模的锥角	工作带高度/mm
	$\alpha = 7^\circ \sim 10^\circ$ $\alpha_1 = 2\alpha$	$D = 10 \sim 20$ 时 $h = 1$ $D = 20 \sim 30$ 时 $h = 1.5 \sim 2$

表 5-20 变薄拉深凸模的形式

简 图	参 数
	$\beta = 1^\circ, L > \text{工件长度 (加上修边留量)}$ $D = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{6}\right) d$

58. 变薄拉深模结构有何特点？

答：图 5-32 所示为变薄拉深模，凸模 1 下冲时，经过凹模 3、4（两件），对坯料进行两次变薄拉深，凸模 1 上升时，卸料圈 5 拼块把拉深件从凸模 1 上卸下。

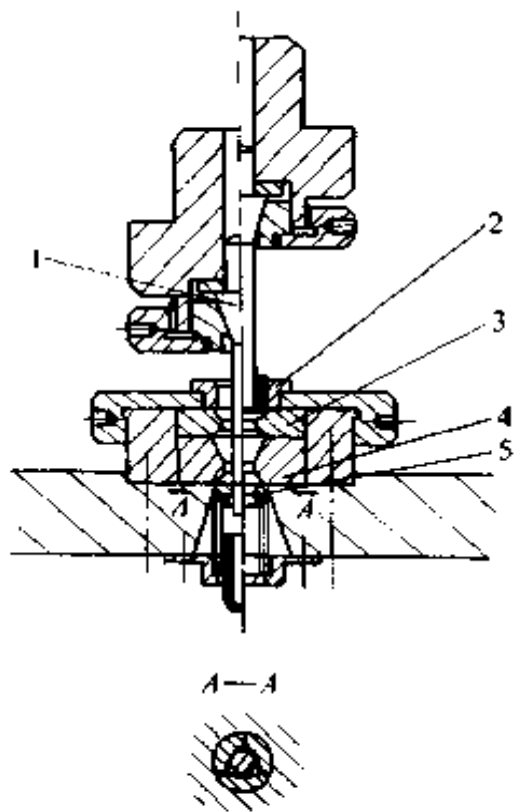


图 5-32 变薄拉深模

1—凸模 2—定位圈 3、4—凹模 5—卸料圈拼块

第六章 成形模

1. 什么叫成形？成形工序有哪些？

答：所谓成形，是指在冲压生产中，除冲裁、弯曲和拉深工序外，用各种不同性质的局部变形来改变坯料形状的各种工序，主要有缩口，外凸曲线翻边、内凹曲线翻边、翻孔、扩口、起伏、卷边、胀形、整形、校平、压印等，各工序特点及适用范围见表 1-3。

2. 缩口和外凸曲线翻边工艺变形有何特点？

答：缩口和外凸曲线翻边工艺属于压缩类成形工艺（见图 6-1），变形区材料受切向压应力作用，产生压缩变形，厚度增加。此类工艺的极限变形程度不受材料塑性的影响，而受压缩失稳的限制，即有变形区的起皱和非变形区

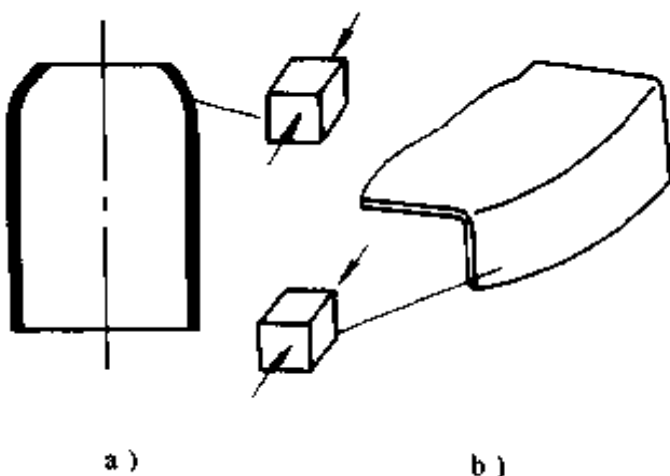


图 6-1 压缩类成形

a) 缩口 b) 外凸曲线翻边

（例如缩口时的刚性支承区）的失稳两种。

3. 翻孔、内凹曲线翻边、起伏、胀形、液压成形工艺变形有何特点？

答：翻孔、内凹曲线翻边、起伏、胀形、液压（橡皮）成形等属于伸长类成形工艺（见图 6-2），变形区材料受切

向拉应力作用，产生伸长变形，厚度减薄，容易发生开裂。此类工艺的极限变形程度主要受材料塑性的限制。当材料硬化指数 n 和厚向异性系数 r 较大时，极限变形程度也较大。

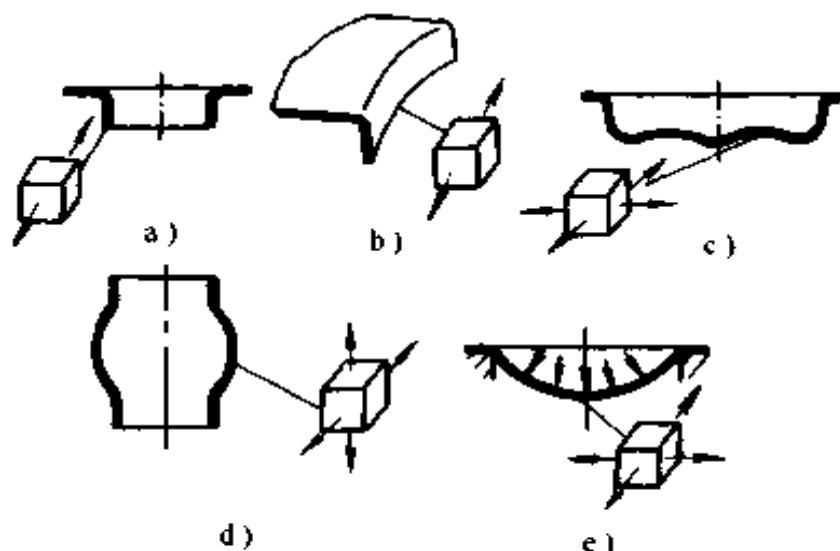


图 6-2 伸长类变形

a) 翻孔 b) 内凹曲线翻边

c) 起伏 d) 胀形 e) 液压（橡皮）成形

4. 什么叫缩口？缩口的变形程度如何表示？

答：缩口，是一种将已拉深好的无凸缘拉深空心件或管坯开口端直径缩小的冲压工艺方法（见图 6-3）。

缩口的变形程度用缩口系数 K_j 表示：

$$K_j = d/D_0$$

缩口系数与模具的结构形式关系极大，表 6-1 给出了不同材料和不同模具情况的平均缩口系数。为防止材料因受压力变形剧烈而起皱，由较大直径缩成很小直径时，需多次缩口。采用锥形模缩口，模具锥角 α 取 $15^\circ \sim 30^\circ$ 为宜，此时缩口力较小。

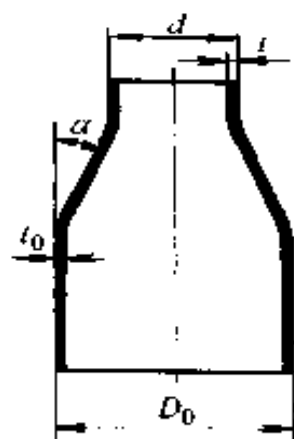


图 6-3 缩口

表 6-1 缩口系数 K_1

材 料	模 具 情 况		
	无支承空心缩口	有外部支承缩口	有内外支承缩口
低碳钢	0.7~0.75	0.55~0.6	0.3~0.35
黄 铜	0.65~0.7	0.5~0.55	0.27~0.32
铝	0.68~0.72	0.53~0.57	0.27~0.32

5. 缩口力应如何计算?

答: 缩口力 F_1 (N) 可按下式计算:

$$F_1 = k \left[1.1\pi D_0 \sigma_s t \left(1 - \frac{d}{D_0} \right) (1 + \mu \cot \alpha) / \cos \alpha \right]$$

式中 k ——速度系数, 在曲柄压力机上缩口时 $k = 1.15$;

σ_s ——材料的屈服点 (MPa);

μ ——(凹模与制件) 摩擦因数;

α ——凹模圆锥角 ($^\circ$)。

6. 常见冲压缩口法有哪几种?

答: 冲压缩口可在普通压力机或液压机上进行。多次缩口时, 可对制件进行局部退火。无心柱缩口模如图 6-4 所示; 有支承的缩口模如图 6-5 所示, 它又分为外部支承缩口模和内外部支承缩口模两种。

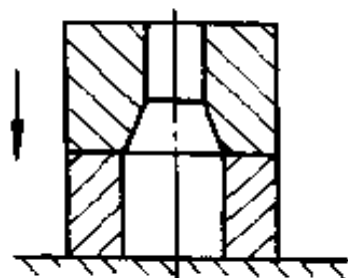


图 6-4 无心柱缩口模

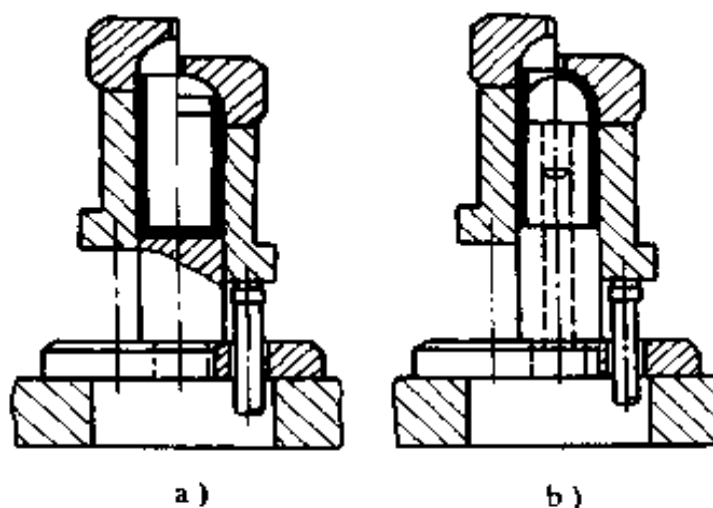


图 6-5 有支承的缩口模

a) 外部支承 b) 内外部支承

7. 什么叫缩口与扩口联合工艺?

答: 是管形制件两端直径差较大时, 将管子两端同时进行缩口和扩口的工艺方法。可用管子制成空心阶梯形或锥形的工件(见图6-6), 此工艺简单, 消耗材料少, 模具成本低。最后加一道整形工序, 可提高工件质量。



图 6-6 缩口与扩口联合工艺

8. 空心球缩口成形经过哪些过程?

答: 空心球缩口成形过程如图 6-7 所示, 它是由管子经多次缩口, 最后经过点焊、抛光成为空心球。

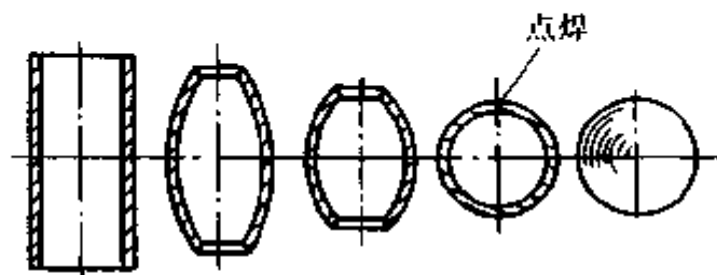


图 6-7 空心球缩口成形过程

9. 灯罩缩口模结构有何特点?

答: 灯罩缩口模如图 6-8 所示, 由模芯保证缩口尺寸, 在缩口前, 工件由斜楔推动的下模夹紧, 上模下降进行缩口。

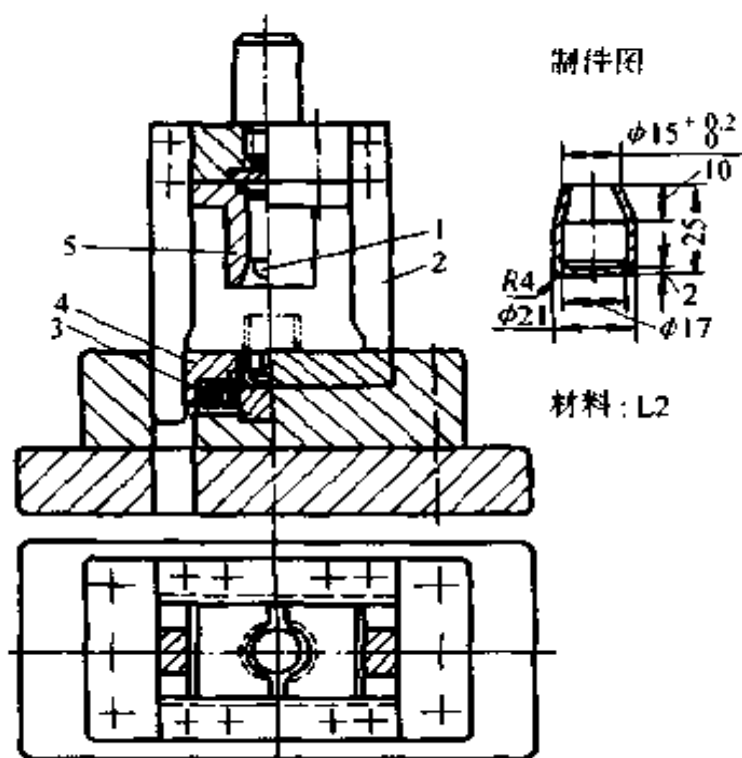


图 6-8 灯罩缩口模

1—模芯 2—斜楔 3、4—下模 5—上模

10. 什么叫翻边工艺? 什么叫翻孔工艺?

答: 翻边是将制件的外缘拉伸或压缩, 制出高度不大的垂直边缘的成形加工方法。分为外凸曲线翻边 (见图 6-9) 和内凹曲线翻边 (见图 6-10b)。外凸曲线翻边的变形性质和应力状态类似于浅拉深, 变形程度用 $K_{\text{fb}} = r/R_0$ 表示; 内凹曲线翻边变形程度用翻边

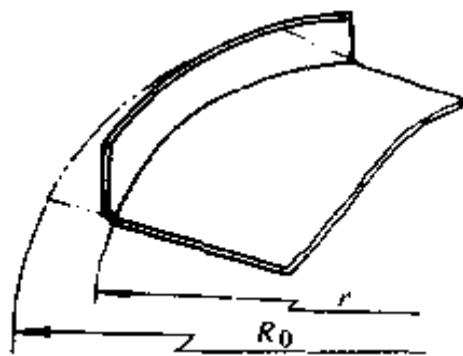


图 6-9 外凸曲线翻边

系数 $K'_{\text{fb}} = \frac{r_0}{r_0 + b}$ 来表示, 当曲线

的中心角 $\alpha \leq 180^\circ$ 时, $K'_{\text{fb}} = \frac{K_{\text{fk}} \alpha}{180^\circ}$ (翻孔系数 K_{fk} 按表 6-2 选取), 当 $\alpha > 180^\circ$ 时, $K'_{\text{fb}} = K_{\text{fk}}$ 。

翻孔是在有预制孔的坯料上（有时也可无预制孔，即顶破翻孔），对材料进行拉深，使其沿一定的曲线翻成竖立直边的成形加工方法。翻孔变形程度用翻孔系数 $K_{fk} = d_0/d$ 表示（见图 6-10a）。翻孔时孔缘不开裂所达到的最小翻孔系数称为极限翻孔系数 K_{min} 。表 6-2 是部分材料的翻孔系数 K_{fk} 和 K_{min} 。

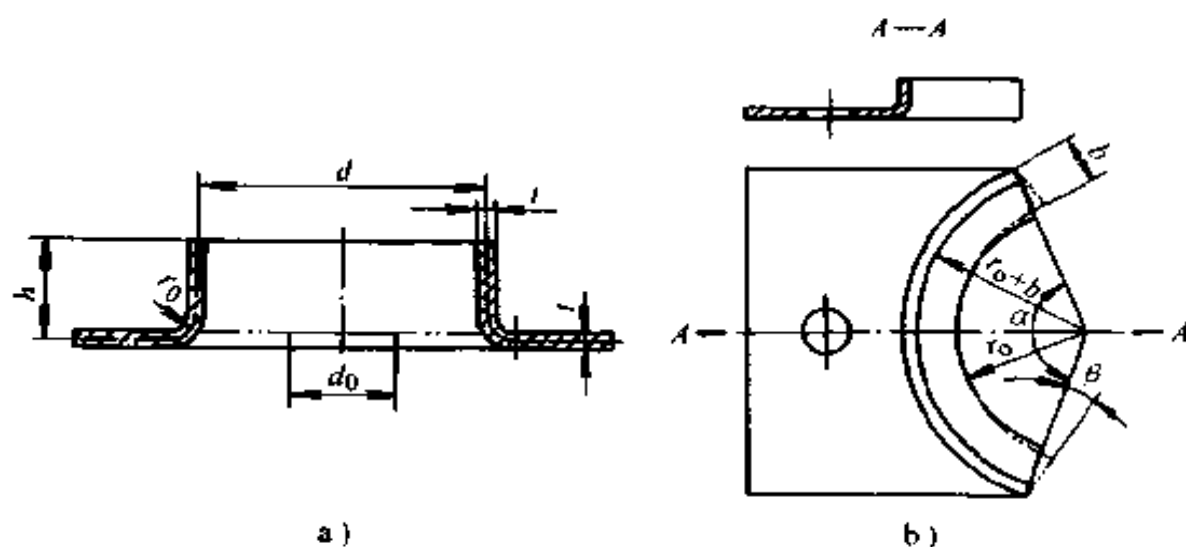


图 6-10 翻孔及内凹曲线翻边

a) 翻孔 b) 内凹曲线翻边

表 6-2 翻孔系数 K_{fk}

材 料	K_{fk}	K_{min}
白铁皮	0.70	0.65
碳 钢	0.74~0.87	0.65~0.71
合金结构钢	0.80~0.87	0.70~0.77
镍铬合金钢	0.65~0.69	0.57~0.61
软 铝	0.71~0.83	0.63~0.74
钝 铜	0.72	0.63~0.69
黄 铜	0.68	0.62

注：1. 竖边允许有不大的裂纹时可用 K_{min} 。

2. 钻孔、冲孔毛刺朝凸模一侧时 K_{fk} 取较小值。

3. 采用球形凸模及 t/d_0 较大时 K_{fk} 取较小值。

11. 翻孔时预制孔直径和翻孔高度如何确定?

答: 预制孔直径 (见图 6-10a) 为

$$d_0 = d - 2(h - 0.43r_d - 0.72t)$$

翻孔高度 (见图 6-10a) 为:

$$h = \frac{1}{2}d(1 - K_{fk}) + 0.43r_d + 0.72t$$

当取极限翻孔系数 K_{\min} 时最大翻孔高度为:

$$h_{\max} = \frac{1}{2}d(1 - K_{\min}) + 0.43r_d + 0.72t$$

若工件翻孔高度 $h > h_{\max}$ 时, 可先拉深到一定深度, 再冲孔、翻孔 (见图 6-11)。图 6-11 预先拉深的翻孔



12. 翻孔力的大小如何确定?

答: 采用圆柱形凸模时翻孔力 F_1 (N) 可用下式计算:

$$F_1 = 1.1\pi(d - d_0)t\sigma_s$$

用球形凸模或顶角较小的锥形凸模, 翻孔力可减小。

13. 非圆孔翻孔变形有何特点?

答: 非圆孔翻孔如图 6-12 所示, 其变形应根据翻边线的形状来分段考虑: 翻边线为直线 (1 和 5 两段) 可视为简单弯曲线; 外凸弧 (3 段) 按外凸曲线翻边处理; 内凹弧 (2、4、6、7 和 8 各段) 按圆孔翻孔处理, 此时要对最小圆角部分进行允许变形程度的校核, 极限翻孔系数可比相应的圆孔翻孔系数小一些。

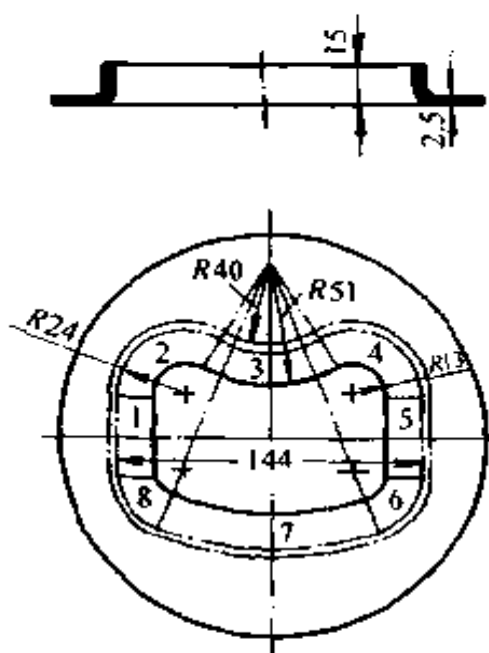


图 6-12 非圆孔的翻孔

14. 翻边力如何确定?

答：沿不封闭的外缘翻边可视为带有压边的单边弯曲，其翻边力可按下式计算

$$F_{fb} = Lt\sigma_b K + F_b$$

$$\approx 1.25Lt\sigma_b K$$

式中 F_{fb} ——翻边力 (N);

L ——弯曲线长度 (mm);

t ——料厚 (mm);

σ_b ——抗拉强度 (MPa);

F_b ——压边力，约 $(0.25 \sim 0.3) F_{fb}$ (N);

K ——系数，近似为 $0.2 \sim 0.3$ 。

15. 翻孔模结构有何特点?

答：图 6-13

所示为翻孔模。工序件有预冲孔，凸模 2 上端直径与预冲孔定位，凹模 1 下行将工序件压在压料板 4 上，压料力可由模具下部的弹顶器通过顶杆 3 传递到压料板 4。由于翻孔时工序件处于平整状态，因此工件质量好。

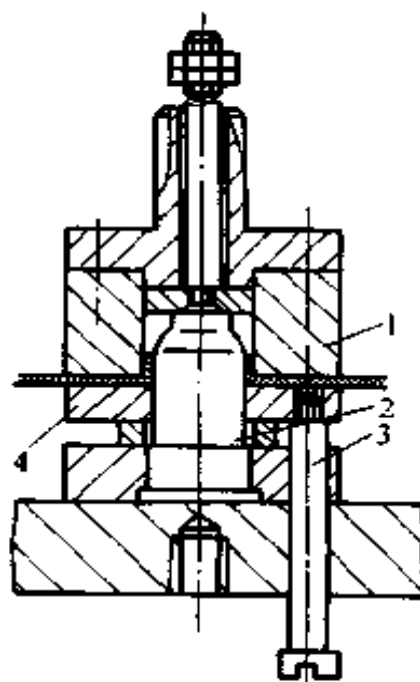


图 6-13 翻孔模

1—凹模 2—凸模 3—顶杆 4—压料板

16. 面板翻边模结构有何特点？

答：图 6-14 所示为面板翻边模，凸模、凹模、凸凹模对工序件进行内外翻边，生产效率较高。

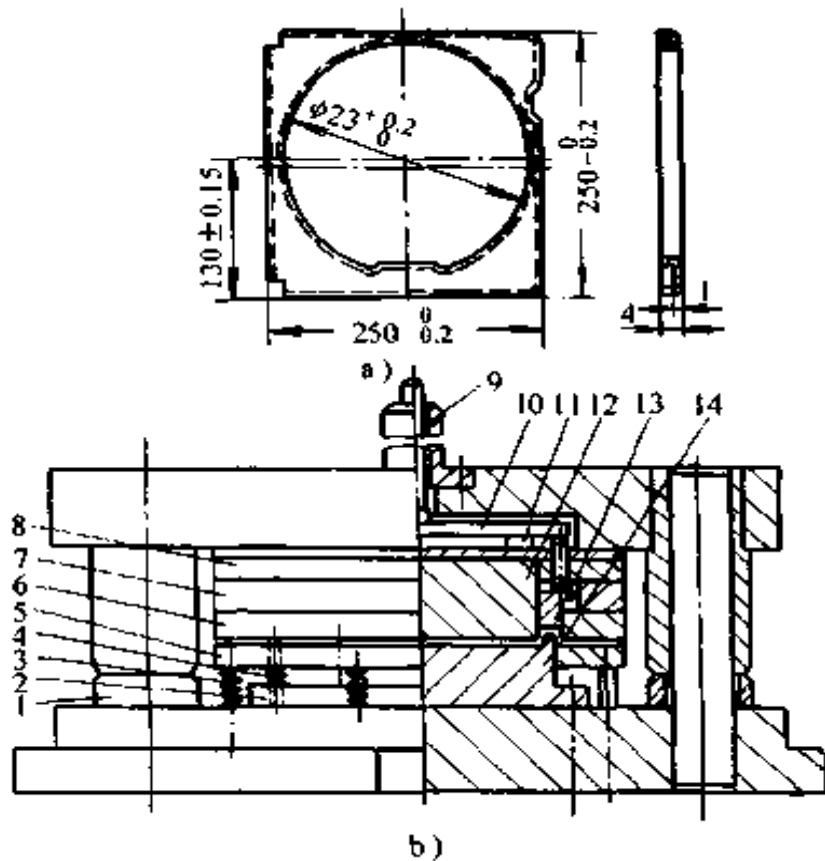


图 6-14 面板翻边模

a) 制件 b) 模具

1—限位套 2—凸凹模 3—弹簧 4—活动挡料装置

5—卸料板 6—凹模 7—空心垫板 8—凸模固定板

9—推杆 10、13—推板 11—垫块 12—凸模 14—凸凹模

17. 什么叫起伏成形工艺？

答：起伏成形是使材料发生拉深，形成局部凸起或凹下，从而改变毛坯或制件形状的一种工艺方法。这种方法不仅可以增强制件的刚性，也可用作表面装饰或标记，如筋、

花纹、文字等（见图 6-15）。其变形特点是靠材料局部变薄成形，所以开裂决定它的成形极限，一般来说，材料的伸长率 δ 越大，可能达到的极限变形程度越大。

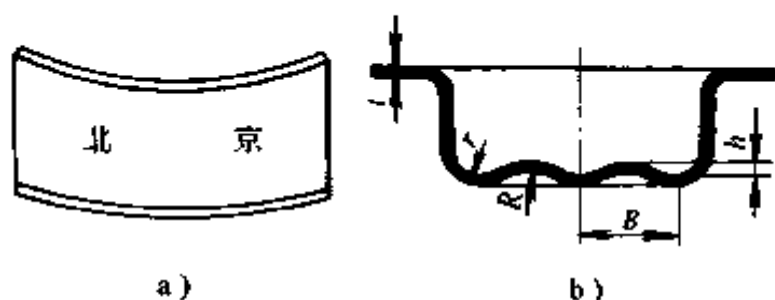


图 6-15 起伏成形
a) 压文字 b) 压加强筋

18. 冲压加强筋的压力如何确定？

答：冲压加强筋所需压力 F (N) 可近似用下式计算：

$$F = Lt\sigma_b K$$

式中 L ——加强筋的周长 (mm)；

t ——材料厚度 (mm)；

σ_b ——材料的抗拉强度 (MPa)；

K ——系数，由筋的宽度及深度决定，取 0.7~1。

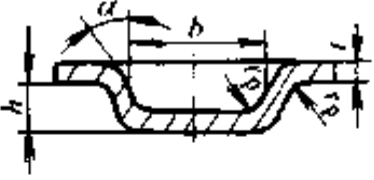
19. 常用加强筋的形式和尺寸有哪些？

答：一次成形允许的加强筋的几何参数见表 6-3。

表 6-3 加强筋的形式和尺寸 (mm)

名称	简图	R	h	b	r_p	α
半圆形筋		(3-4) t	(2-3) t	(7-10) t	(1-2) t	—

(续)

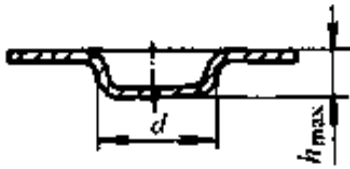
名称	简图	R	h	b	r_p	α
梯形筋		—	$(1.5-2)t$	$\geq 3b$	$(0.5-1.5)t$	$15^\circ-30^\circ$

注：表中数值下限为极限尺寸，上限为正常尺寸。

20. 平板局部冲压凸包时的极限成形高度如何确定？

答：平板局部冲压凸包时的极限成形高度 h_{\max} 可参照表 6-4 确定。

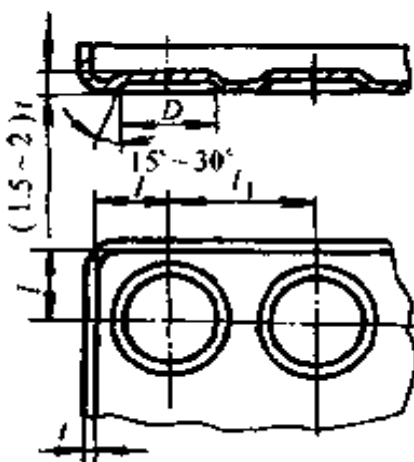
表 6-4 平板局部冲压凸包时的极限成形高度 h_{\max} (mm)

	材料	h_{\max}
	软钢	$(0.15-0.2)d$
铝	$(0.1-0.15)d$	
黄铜	$(0.15-0.22)d$	

21. 起伏成形的间距和边距如何确定？

答：起伏成形的间距和边距参照表 6-5 选择确定。

表 6-5 起伏成形的间距和边距的极限尺寸 (mm)

简图	D	l_1	l
	6.5	10	6
	8.5	13	7.5
	10.5	15	9
	13	18	11
	15	22	13
	18	26	16
	24	34	20
	31	44	26
	36	51	30
	43	60	35
	48	68	40
55	78	45	

22. 什么叫胀形工艺?

答: 圆筒形空心坯料的胀形, 是利用压力将其向外膨胀成直径大的曲母线零件的冲压工艺方法, 如图 6-16 所示。胀形时, 变形区材料厚度变薄。



图 6-16 胀形

23. 胀形时的变形程度如何表示?

答: 胀形时的变形程度可用胀形系数 K_p 表示 (见图 6-16):

$$K_p = d/d_0$$

极限胀形系数 K_p 与坯料的切向许用伸长率 $\delta_{\theta_{\max}}$ 有关, 即

$$K_p = 1 + \delta_{\theta_{\max}}$$

表 6-6 列出了一些金属材料的极限胀形系数和切向许用伸长率。表 6-7 是石蜡胀形时的极限胀形系数。

表 6-6 极限胀形系数 K_p 和切向许用伸长率 $\delta_{\theta_{\max}}$

材 料	厚度 /mm	极限胀形系数 K_p	切向许用伸长率 $\delta_{\theta_{\max}} \times 100$
铝合金 LF21-M	0.5	1.25	25
L1, L2	1.0	1.28	25
纯铝 L3, L4	1.5	1.32	32
L5, L6	2.0	1.32	32

(续)

材 料	厚度 /mm	极限胀形系数 K_p	切向许用伸长率 $\delta_{0max} \times 100$
黄铜 H62 H68	0.5~1.0	1.35	35
	1.5~2.0	1.40	40
低碳钢 08F 10, 20	0.5	1.20	20
	1.0	1.24	24
不锈钢 1Cr18Ni9Ti	0.5	1.26	26
	1.0	1.28	28

表 6-7 石蜡胀形的极限胀形系数 K_p

材 料	毛坯原始厚度 t /mm	极限胀形系数 K_p
纯铜 T3	0.5	1.59
黄铜 H62	0.5	1.53
钢 20	0.5	1.54
不锈钢 1Cr18Ni9Ti	0.5	1.48

24. 胀形方法有哪些?

答: 胀形一般要用可分式凹模, 常用胀形方法见表 6-8。

表 6-8 胀形方法

序号	1	2	3	4	5	6
筒图						
特点	工件与液体 直接接触			采用液压 橡胶膜	直接采用橡胶	
序号	7	8	9	10	11	
筒图						
特点	直接采用橡胶	采用钢球	采用刚性分瓣膜	采用炸药	采用旋压	

注：表中 1—凸模 2—凹模 3—橡胶 4—阀 5—胀形膜 6—炸药 7—滚轮 8—工件

25. 胀形时的胀形力如何计算?

答: 胀形时的胀形力 F_1 (N) 为:

$$F_1 = pA$$

$$p = 1.15\sigma_z \frac{2t}{d}$$

式中 A ——胀形面积 (mm^2);

p ——胀形单位压力 (MPa);

σ_z ——胀形变形区真空应力, 近似计算时取 $\sigma_z \approx \sigma_b$
(材料抗拉强度) (MPa)。

26. 常用分式凹模胀形模结构有何特点?

答: 常用分式凹模胀形模如图 6-17 所示。凸模材料为

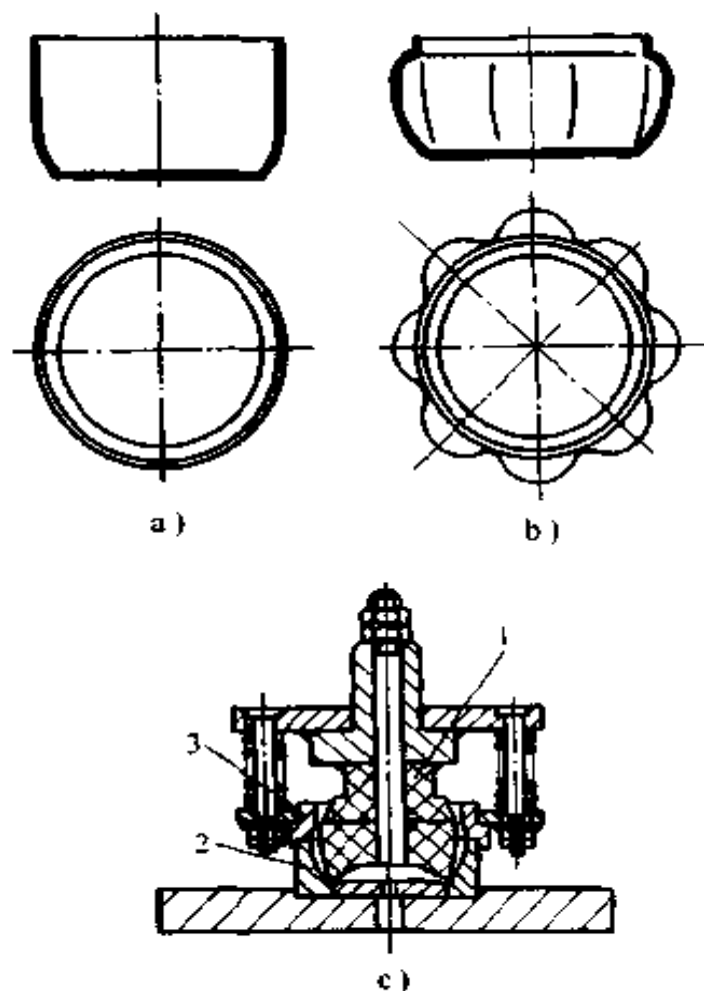


图 6-17 胀形模

a) 工序件 b) 成品

c) 模具

1—凸模

2、3—凹模

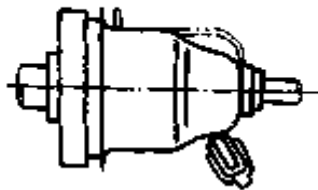
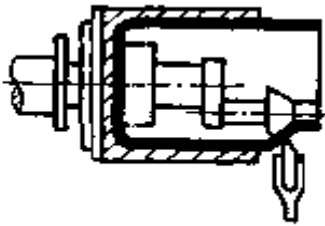
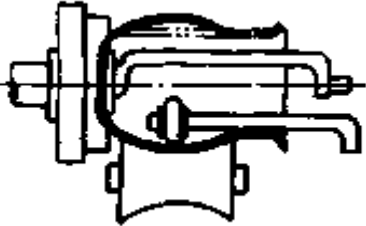
聚氨酯橡胶，有一定的弹性、强度和寿命，适宜制造各种成形模零件。由于工件的形状要求，凹模 2、3 分成上下两部分，以便取出，凸模 1 则制成相似工件的形状，略小于工序件的内径。

27. 什么叫旋压成形？旋压成形分哪几类？

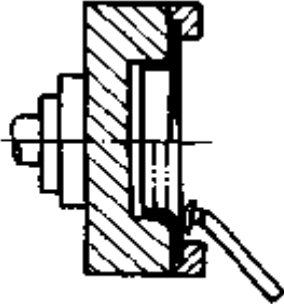

答：旋压属于回转加工，是利用坯料随芯模旋转（或旋压工具绕坯料与芯模旋转）和旋压工具与芯模相对进给，使坯料受压力作用并产生连续、逐点的变形，从而完成工件的加工。

根据坯料厚度变化情况，旋压分为不变薄旋压（普通旋压）和变薄旋压（强力旋压）两大类，见表 6-9。

表 6-9 旋压成形分类

类 别		图 例
不变薄旋压	拉深旋压	
	缩口旋压	
	胀形旋压	

(续)

类 别		图 例
不变薄旋压	翻边旋压	
	扩口旋压	
变薄旋压	锥形件变薄旋压 (剪切旋压)	
	筒形件变薄旋压	正旋
		反旋

28. 旋压成型的主要特点有哪些?

答: 旋压成型的特点如下:

1) 旋压属于局部连续塑性变形加工，瞬间的变形区小，所需的总变形力较小。

2) 有一些形状复杂的零件或高强度难变形的材料，传统工艺很难甚至无法加工，用旋压成形却可以方便地加工出来。

3) 旋压件的尺寸公差等级可达 IT8 左右，表面粗糙度 $R_a < 3.2\mu\text{m}$ ，强度和硬度均有显著提高。

4) 旋压加工材料利用率高，模具费用低。

29. 可旋压的材料有哪些？可旋压的工件形状有何特点？

答：可旋压的材料见表 6-10。

可旋压的工件形状只能是旋转体（见图 6-18），主要有筒形、锥形、曲母线形和组合形（前三种相互组合而成）四类。

表 6-10 旋压加工常用材料

材 料	牌 号
优质碳素钢	20 钢、30 钢、35 钢、45 钢、60 钢、15Mn、16Mn
合金钢	40Cr、40Mn2、30CrMnSi、15MnPV、15MnCrMoV、14MnNi、40SiMnCrMoV、28CrSiNiMoWV、45CrNiMoV、PCrNiMo
不锈钢	1Cr13、1Cr18Ni9Ti、1Cr21Ni5Ti
耐热合金	CH-30、CH128、Ni-Cr-Mo
非铁金属及其合金	T2、HNi65-5、HSn62-1、LO ₂ 、LO ₈ 、LF ₃ 、LF ₅ 、LF ₆ 、LF ₁₂ 、LF ₂₁ 、LY ₁₂ 、LD ₂ 、LD ₁₀ 、LC ₄ 、147、164、183、919、LT ₂₄
难溶金属 稀有金属	烧结纯钨、纯钨、纯钼、钨合金 C-103、Cb-275、纯钛、TC ₄ 、TB ₂ 、6Al-4V-Ti、纯锆、Zr-2

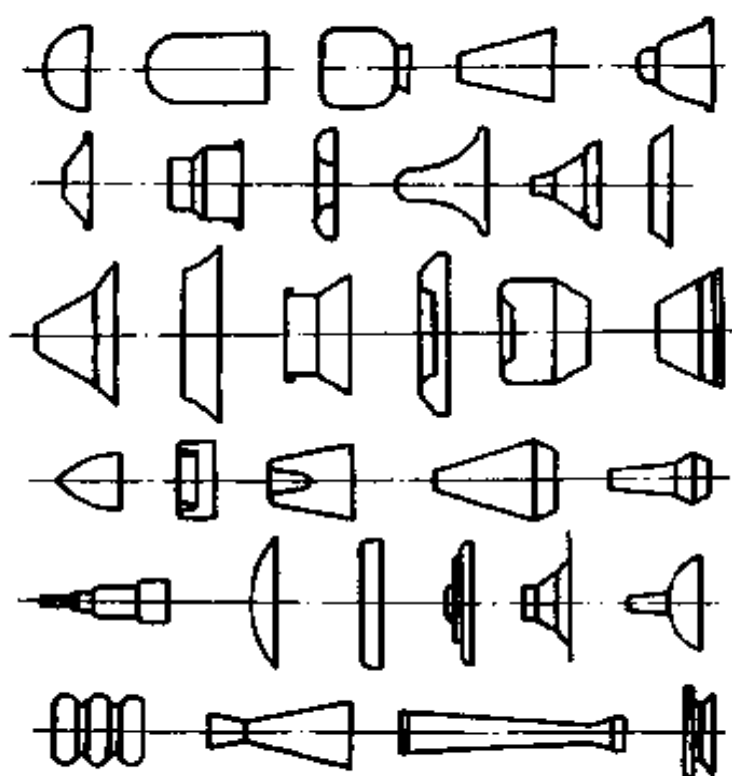


图 6-18 旋压件的形状示例

30. 旋压成形可以完成哪些工序？旋轮的形状及主要尺寸如何确定？

答：旋压成形可以完成旋转体工件的拉深、缩口、扩口、胀形、翻边、弯边、叠缝等不同工序，见表 6-9。

各种旋轮的形状如图 6-19 所示。对应旋轮的主要尺寸可参照表 6-11 选择确定。

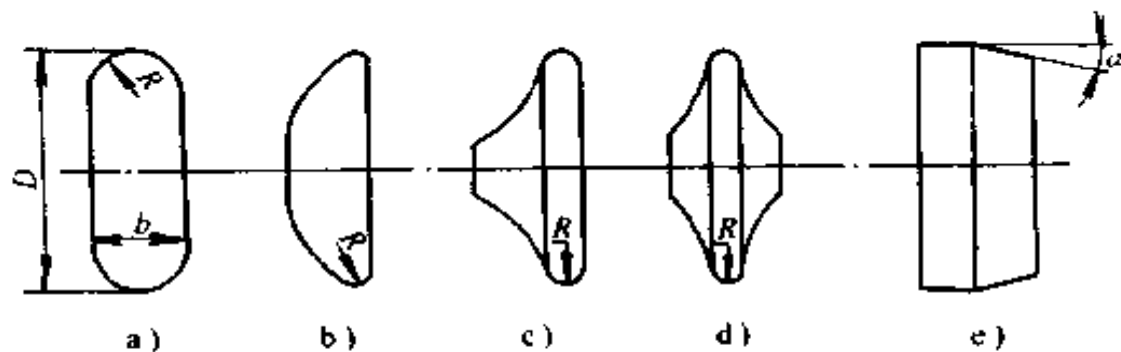


图 6-19 旋轮的形状

a) 旋压空心件用 b) 变薄旋压用 c) 缩口、滚波纹管用 d、e) 精加工用

表 6-11 旋轮的主要尺寸

(mm)

旋轮直径 D	旋轮宽度 b (旋压空心件用)	旋轮圆角半径 R				
		a	b	c	d	e (α°)
140	45	22.5	6	5	6	4 (2)
160	47	23.5	8	6	10	4 (2)
180	47	23.5	8	8	10	4 (2)
200	47	23.5	10	10	12	4 (2)
220	52	26	10	10	12	4 (2)
250	62	31	10	10	12	4 (2)

注：分图 a、b、c、d、e 见图 6-19

31. 旋压成形技术在航空和宇航工业中得到哪些应用？

答：航空和宇航工业是旋压产品的主要用户。例如，发动机整流罩、燃烧室、机匣壳体、涡轮轴、导弹和卫星的鼻锥和封头、助推器壳体、喷管等，都是旋压成形的。图 6-20 所示是卫星鼻锥，用不锈钢经两次变薄旋压和一次不变薄旋压而成。

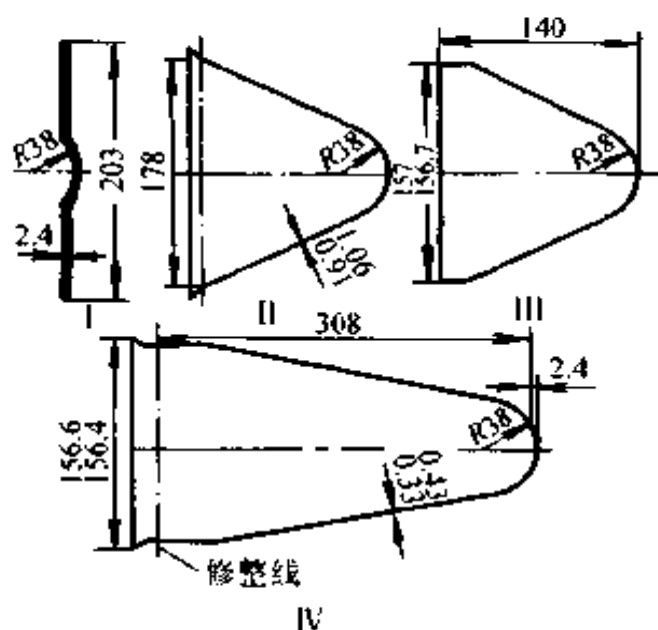


图 6-20 卫星“探险者”1号鼻锥

32. 旋压成形技术在机电工业中得到哪些应用?

答：旋压成形技术在机电工业中的应用正在日益扩大，主要用于制造汽车和拖拉机的车轮、制动器缸体、减振管等，各种机械设备的带轮、耐热合金管、复印机卷筒、雷达屏和聚光镜罩等。图 6-21 所示是汽车轮辐，其厚度向外周渐薄，原用普通冲压成形，工序较多，改用旋压工艺后，用圆板坯料直接旋压成形。

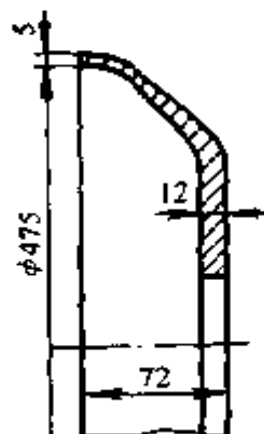


图 6-21 汽车轮辐

33. 大型封头零件的旋压工艺有何特点?

答：大型封头零件的传统工艺为拉深，也有采用爆炸成形的。但作为主要加工手段，现已转为旋压工艺。

如图 6-22 所示是容器或锅炉常用的平底封头和碟形封头的旋压成形，借助旋压机上可作纵向和横向调节的辅助旋轮，可旋压不同直径的封头。图 6-23 是平边拱形封头的两种旋压法。半球形封头可一次装夹或两次装夹旋压而成（见图 6-24），前者用于硬化指数不大的材料（如铝板和钢板）。

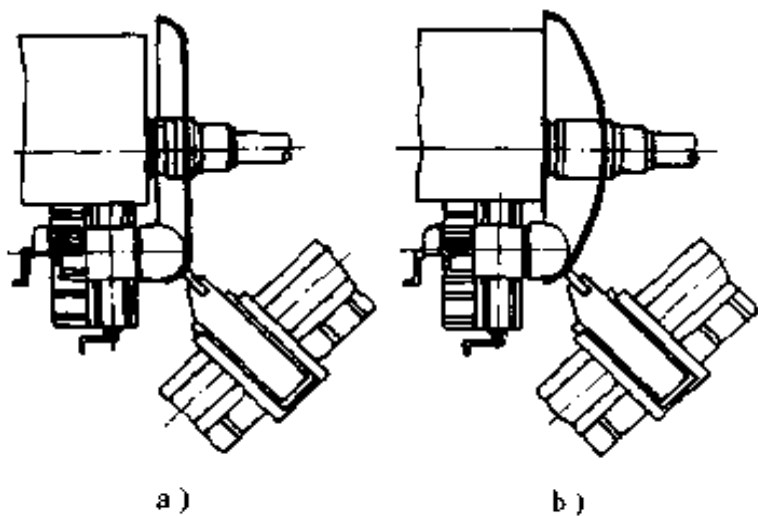


图 6-22 平底封头和碟形封头旋压

a) 平底封头 b) 碟形封头

封头旋压工艺水平正在不断提高，一步法和两步法封头旋压设备已在我国研制成功。

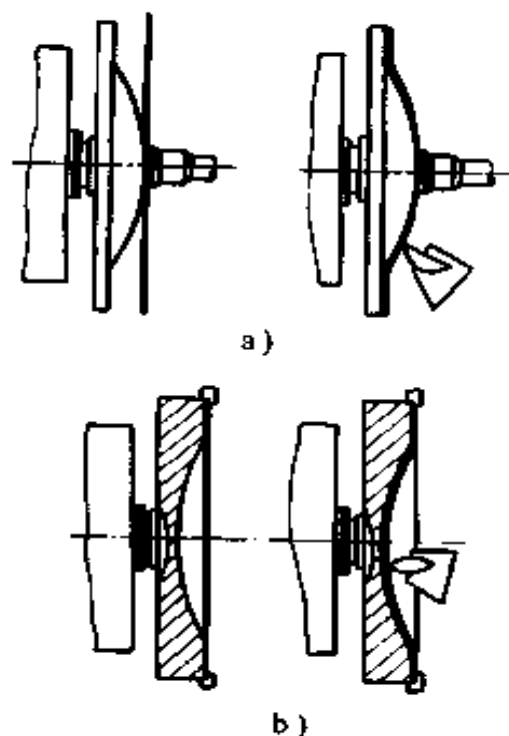


图 6-23 平边拱形封头旋压
a) 外旋压法 b) 内旋压法

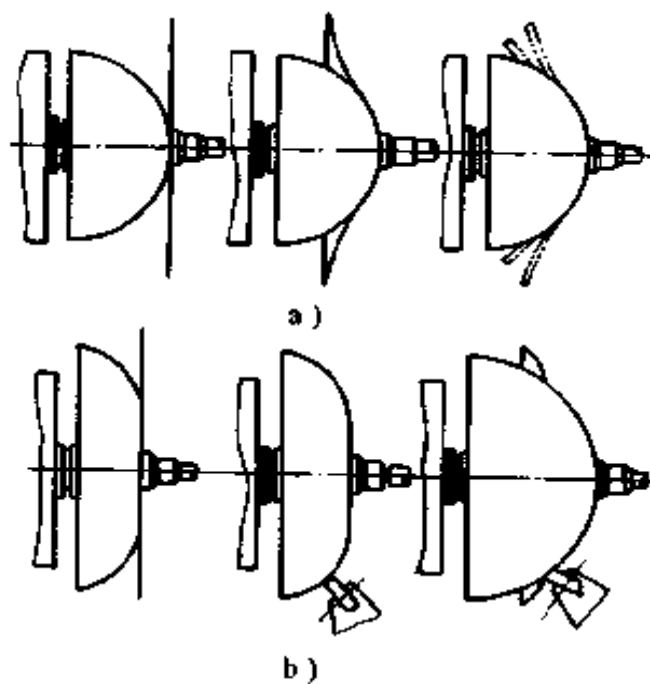


图 6-24 半球形封头旋压
a) 一次装夹旋压法 b) 两次装夹旋压法

34. 液压成形及其模具有何特点？

答：液压成形是指用液体（如油、水等）作为传压介质

来成形零件的一种工艺方法，可以完成拉深、挤压、胀形等工序。液压成形方法大致有两种：一种是液体直接作用在成形零件上；另一种是液体通过橡胶囊间接地作用在成形零件上。图 6-25 所示是液体作凸模或凹模的拉深工艺原理；图 6-26 是利用液压胀形方法成形波纹软管制件及卧式成形模。

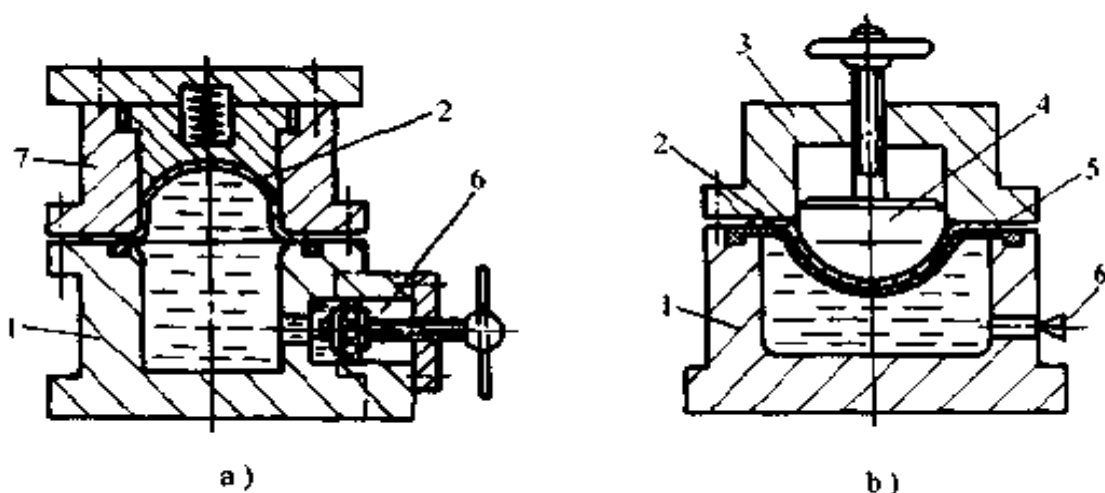


图 6-25 液压拉深及模具

a) 液体作凸模 b) 液体作凹模

1—容器 2—制件 3—压边器 4—凸模 5—橡胶 6—调压阀 7—凹模

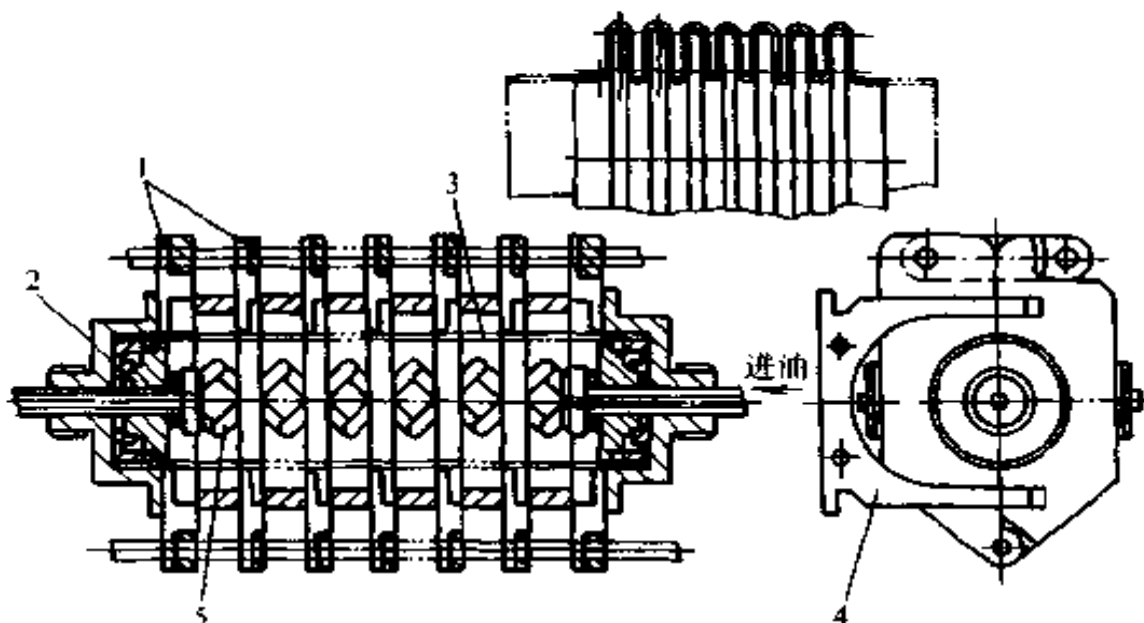


图 6-26 卧式波纹管成形模及制件

1—模片 2—夹头 3—管坯 4—定位梳 5—铰链

35. 什么叫高速成形？其适用加工工序有哪些？

答：高速成形（又叫高能成形）是利用炸药和电装置在极短的时间（低于数十微秒）内释放出的化学能或电能，通过介质（空气或水等）以高压冲击波作用于坯料，使其在很高的速度下变形和贴模的一种加工方法。

高速成形是用传压介质——空气或水代替刚体凸模或凹模，适用于加工某些形状复杂、难以用成对钢模制造的工件。用高速成形可以进行拉深、胀形、翻边、起伏、弯曲、扩孔、缩口、冲孔等冲压加工工序。在高速变形条件下，冲压件的精度很高，而且使某些难加工的金属也能变得容易成形。

36. 高速成形有哪几种方法？各有何特点？

答：高速成形包括爆炸成形、电水成形和电磁成形几种方法，其特点与比较见表 6-12。

表 6-12 高速成形方法比较

加工方法	能源形式	所用设备	成形方法的多样性与灵活性	成形工件的形状复杂程度	成形工件尺寸	生产效率	组织生产线的难易	适用生产规模	
爆炸成形	井下	炸药	简单	较大	较复杂	尺寸较大,但受井限制	低	困难	小批量
	地面	炸药	非常简单	大	复杂	不受限制	很低	困难	小批量、单件
电水成形	高压电源	复杂	小	一般	尺寸不大,受设备功率限制	较高	容易	较大批量	
电磁成形	高压电源	复杂	小	一般	尺寸不大,受设备功率限制	高	最容易	较大批量	

37. 什么叫爆炸成形？其工艺有何特点？

答：爆炸成形就是利用炸药借助于爆炸时所产生的冲击波和气团，通过传压介质（通常用水）使毛坯在极短的时间内（0.001s）产生塑性变形，以获得与型腔形状和尺寸一致的制件。

爆炸成形装置简单，操作容易，加工工件的尺寸一般不受设备能力限制，在试制和小批量生产大型工件时经济效益尤其显著。爆炸成形可以完成拉深、胀形、冲裁、压印、校平等工序。

爆炸拉深与爆炸胀形如图 6-27 和图 6-28 所示。在地面上成形时，可以采用一次性的简易水筒（见图 6-27）或可反复使用的金属水筒（见图 6-28）。为保证工件的质量，除用无底模成形外，都必须考虑排气问题。

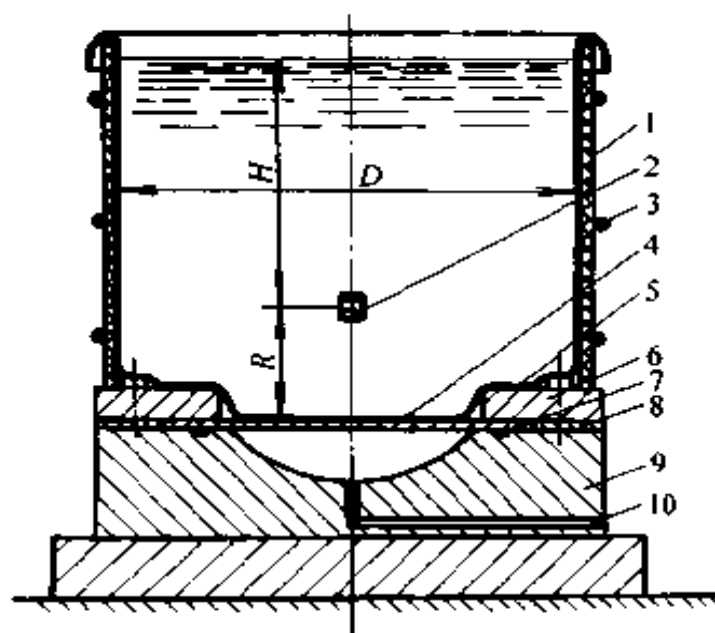


图 6-27 爆炸拉深

- 1—纤维板 2—炸药 3—绳索 4—坯料 5—密封袋
6—压边圈 7—密封圈 8—定位圈 9—凹模 10—抽气孔

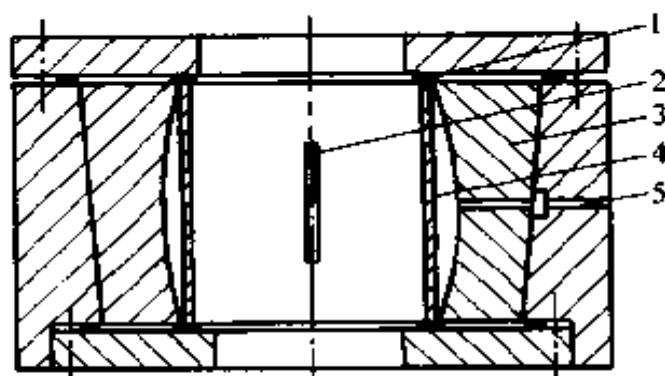


图 6-28 爆炸胀形

1—密封圈 2—炸药 3—凹模 4—坯料 5—抽气孔

38. 什么叫电水成形工艺?

答: 电水成形原理如图 6-29 所示。由升压变压器 1 和整流器 2 得到的 $20 \sim 40\text{kV}$ 的高压直流电向电容器 5 充电, 当充电电压达到一定数值时, 辅助间隙 4 击穿, 高压电加在由两个电极 9 形成的主间隙上, 将其击穿并放电, 形成的强大冲击电流 ($3 \times 10^4\text{A}$ 以上) 在介质 6 (水) 中引起冲击波及液流冲击, 使金属坯料 10 成形。与爆炸成形一样, 可进行拉深 (见图 6-29)、胀形 (见图 6-30)、校平、冲孔等。

39. 什么叫电爆成形工艺?

答: 电水成形工艺中, 假如把两个电极用金属丝联接起来, 放电时产生的强大电流将使金属丝迅速熔化和蒸发成高压气体, 并在介质中形成冲击波使金属成形, 这就是电爆成形原理。

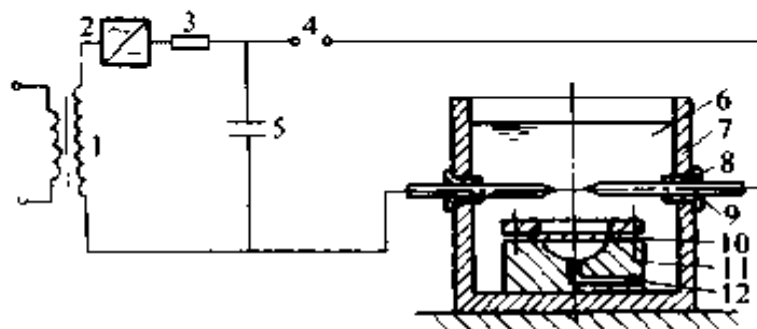


图 6-29 电水成形原理

1—升压变压器 2—整流器 3—充电电阻
4—辅助间隙 5—电容器 6—水
7—水箱 8—绝缘 9—电极
10—坯料 11—凹模 12—抽气孔

常用放电电极形式有对向式（见图 6-29 和图 6-30）和同轴式（见图 6-31）。

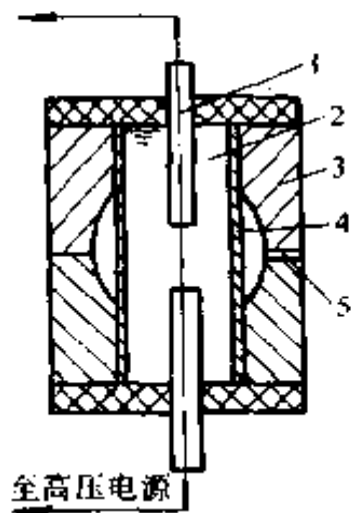


图 6-30 电水胀形

1—电极 2—水 3—凹模
4—坯料 5—抽气孔

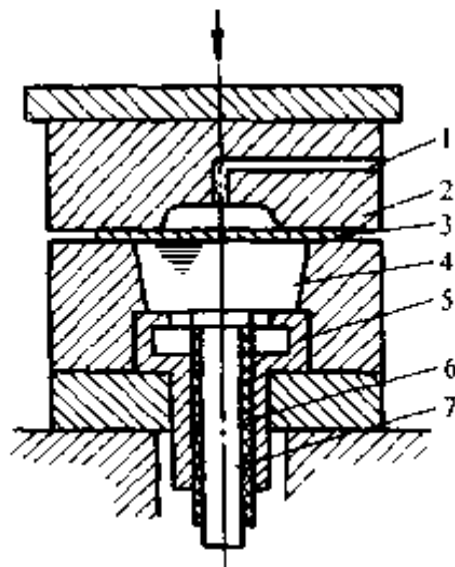


图 6-31 用同轴电极的闭式电水成形装置

1—抽气孔 2—凹模 3—坯料
4—水 5—外电极 6—绝缘 7—内电极

40. 什么叫电磁成形工艺？

答：电磁成形工作原理如图 6-32 所示。与电水成形一样，电磁成形也是利用储存在电容器 4 中的电能进行高速成形的一种加工方法。当开关闭合时，将在线圈 5 中形成高速增长或衰减的脉冲电流，并在周围形成一个强大的变化磁场，处于磁场中的坯料 6 内部会产生感应电流，与磁场相互作用的结果是使坯料高速贴模成形。

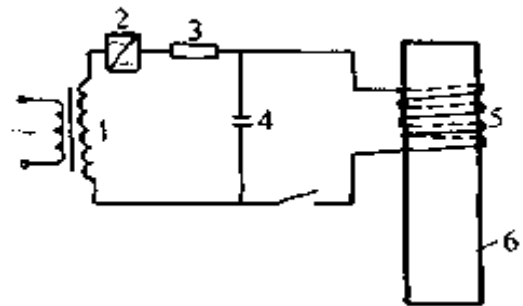


图 6-32 电磁成形原理

1—升压变压器 2—整流器
3—限流电阻 4—电容器
5—线圈 6—坯料

电磁成形工艺对管子和管接头的连接装配特别适用，目前在生产中得到推广应用。

41. 什么叫压印工艺?

答: 压印是使坯料厚度改变并充满型腔, 在表面形成起伏的花纹或文字的冲压工艺方法 (见图 6-33), 属体积成形。大多数情况下, 压印是在封闭模中进行, 以防金属被挤出。

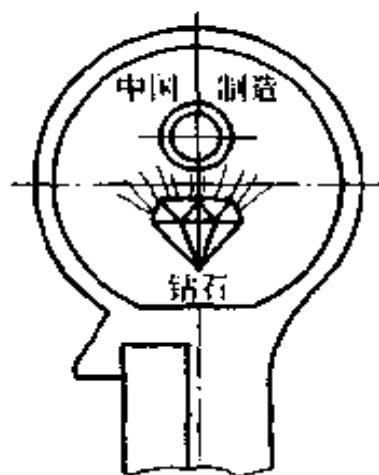


图 6-33 压印

42. 压印成形时应注意哪些事项?

答: 压印时要注意凸起宽度不要窄而高, 要避免尖角、锐角等, 其结构件的工艺性如图 6-34 所示。压印深度 $h \leq (0.3 \sim 0.4) t$ 时, 用光面凹模进行; $h > 0.4 t$ 时, 则应按凸模做出相应的凹模 (见图 6-35)。

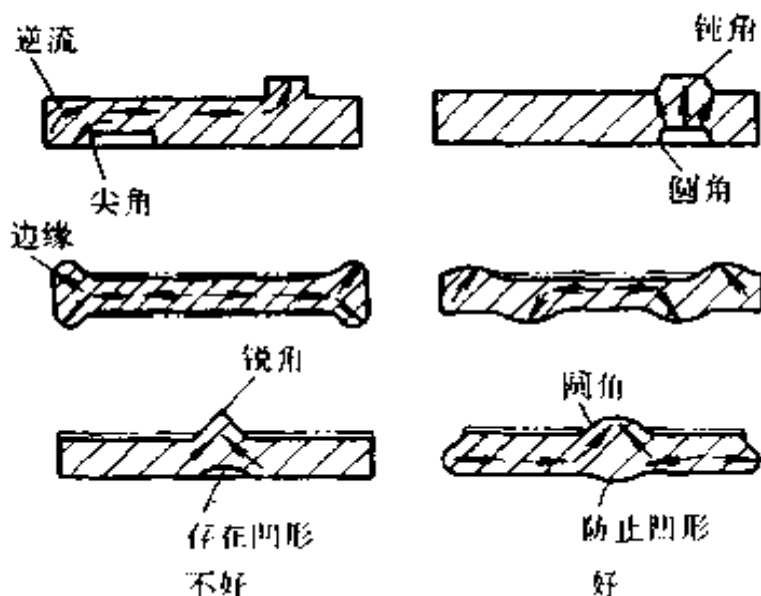


图 6-34 压印件的工艺性

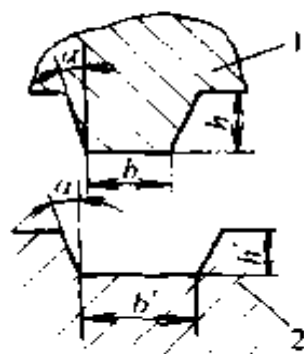


图 6-35 压印模尺寸
1—凸模 2—凹模

43. 压印力如何选择确定?

答: 为了使工件有良好的表面, 压印前, 应先对坯料进行退火、酸洗、喷砂等处理。

压印力 $F_1 = pA$

式中 A ——压印面积 (mm^2);

p ——单位压力 (MPa), (见表 6-13)。

表 6-13 压印时的单位压力 p (MPa)

工 作 性 质	p
在黄铜板上敞开压凸纹	200 ~ 500
在 $t < 1.8\text{mm}$ 的铜板上压凸凹图案	800 ~ 900
用淬得很硬的凸模在凹模上压印轮廓	1000 ~ 1100
银币或镍币的压印	1500 ~ 1800
在 $t < 0.4\text{mm}$ 的薄黄铜板上压印单面花纹	2500 ~ 3000
不锈钢上压印花纹	2500 ~ 3000

注: 对未经整形的毛坯, 压力机必须有储备功率 $\approx 50\%$, 所需压力的数值随材料厚度的减小和变形速度的提高而急剧增加, 只有当材料的流动性很大时所需压力才会减小。

44. 什么叫校平工艺? 校平工艺有何特点?

答: 与整形工序一样, 校平也是一种辅助工序, 用来将冲裁或成形后有不平整缺陷的工件加以压平, 提高冲压件的质量和精度, 使其达到设计要求。实际生产中, 应根据材料厚度不同采取不同的校平工艺。

1) 材料薄、表面不允许有压痕的工件, 采用光面校平模。为避免受压力机精度影响, 可采用浮动式凸模 (或凹模)。

2) 材料较厚、表面允许有压痕的工件, 可用细齿校平模, 齿形用正方形或菱形 (见图 6-36a)。

3) 厚度较小或铝、青铜、黄铜工件, 可采用粗齿校平

模（见图 6-36b）。此时，有一定的齿宽平面，故校平后仍有压痕。

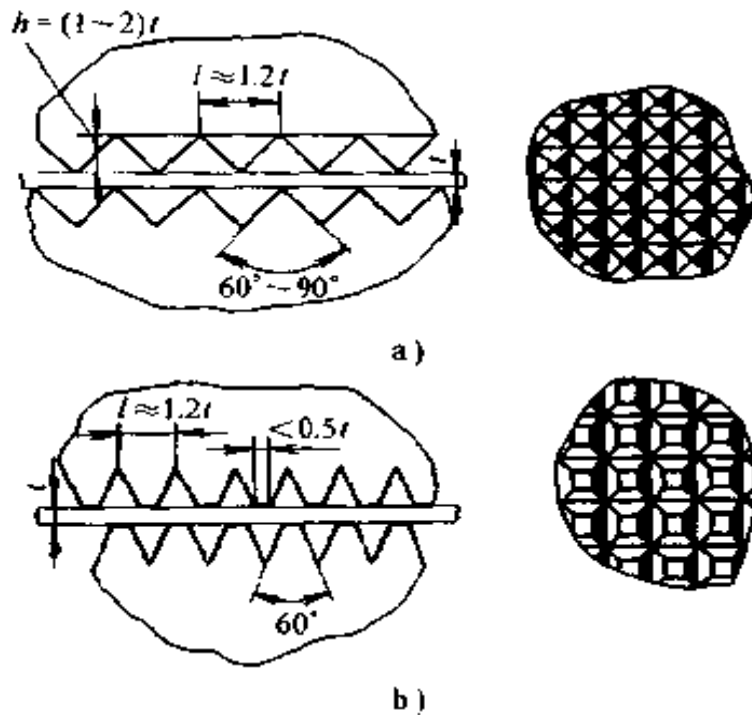


图 6-36 校平模齿形

a) 细齿 b) 粗齿

45. 校平力大小如何选择确定？

答：校平力 F (N) 可按下式计算确定：

$$F = pA$$

式中 A ——校平面积 (mm^2)；

p ——校平单位压力 (MPa)，(见表 6-14)。

表 6-14 校平单位压力 p (MPa)

情 况	p
光面校平	50 ~ 100
细齿校平	100 ~ 200
粗齿校平	200 ~ 300

第七章 特种冲模

1. 精密冲裁工序有何特点？

答：精密冲裁（精冲）从形式上看是分离工序，但实际上工件和条料在最后分离前始终保持为一个整体，即精冲过程中材料自始至终是塑性变形的过程。

强力压边精冲（见图 7-1）通过一次冲压行程即可获得剪切面粗糙度小和尺寸精度高的工件。它是目前提高冲裁件质量既经济又有效的方法。

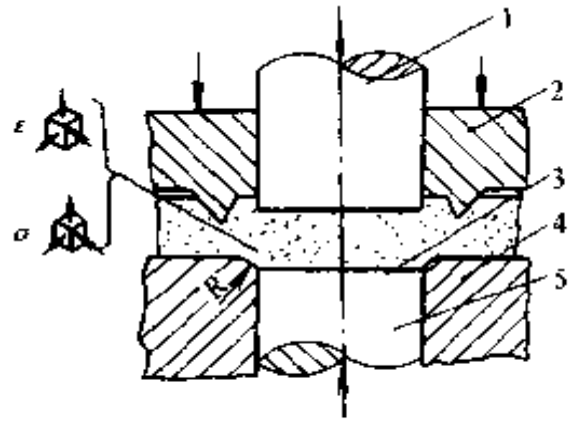


图 7-1 强力压边精冲

1—凸模 2—强力压板
3—板料 4—凹模 5—反压板

2. 精冲时如何防止材料产生撕裂？

答：精冲时为了抑制在冲裁过程中材料产生撕裂，保证塑性变形的进行，可采取以下措施：

1) 精冲前，V形环压边圈压住材料，防止剪切变形区以外的材料在剪切过程中随凸模流动。

2) 利用压边圈和反压板的夹持作用，再结合凸、凹模的小间隙使材料在冲裁过程中始终保持和冲裁方向垂直，避免弯曲翘起而在变形区产生拉应力，从而构成塑性剪切的条件。

3) 必要时将凹模或凸模刃口倒成圆角，以便减少刃口

处的应力集中，避免或者延缓裂纹的产生，改善变形区的应力状态。

4) 利用压边力和反压力提高变形区材料的球形压应力张量即静水压，以提高材料的塑性。

5) 材料预先进行球化处理，或采用专门适于精冲的特种材料。

6) 使用适于不同材料的工艺润滑剂。

3. 精冲过程的作用力包括哪些方面？

答：精冲工艺过程是在压边力、反压力和冲裁力三者同时作用下进行的

(见图 7-2a)。冲裁结束，卸料力将废料从凸模上卸下，顶件力将工件从凹模内顶出完成整个工艺过程(见图 7-2b)。因此，正确的计算、合理的调试和选定以上各力，对于选用精冲压力机、模具设计、保证工件的质量以及提高模具寿命都有重要意义。

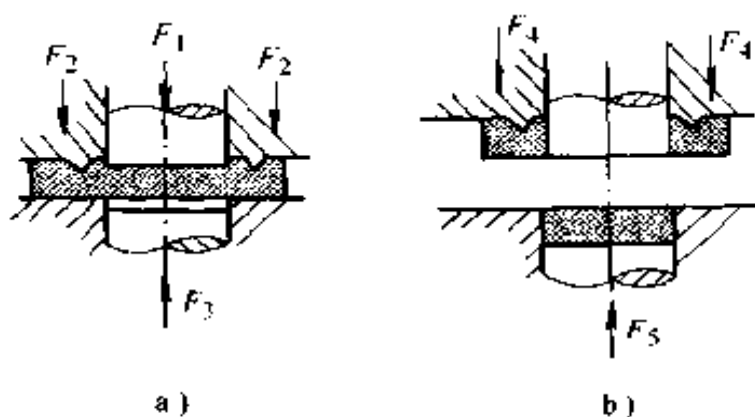


图 7-2 精冲过程作用的力

F_1 —冲裁力 F_2 —压边力

F_3 —反压力 F_4 —卸料力 F_5 —顶件力

4. 精冲时冲裁力如何确定？

答：冲裁力的计算参见公式 3-1。

精冲时由于模具间隙小，刃口有圆角，材料处于三向受压的应力状态，和一般冲裁相比提高了变形抗力，因此系数 f_1 取 0.9，故精冲的冲裁力 F_1 (N) 为

$$F_1 = 0.9L_t\sigma_b \quad (7-1)$$

5. 精冲时压边力如何确定?

答: 精冲时压边力 F_2 (N) 按经验公式 (7-2) 计算

$$F_2 = 2f_2L_e h\sigma_b \quad (7-2)$$

式中 L_e ——工件外周边长度 (mm);
 h ——V形齿高 (mm);
 σ_b ——材料的抗拉强度 (MPa);
 f_2 ——系数, 取决于 σ_b , 见表 7-1。

表 7-1 系数 f_2 值

σ_b /MPa	200	300	400	600	800
f_2	1.2	1.4	1.6	1.9	2.2

6. 精冲时反压力如何确定?

答: 精冲时反压力 F_3 (N) 可按经验公式 (7-3) 计算

$$F_3 = pA \quad (7-3)$$

式中 A ——工件的平面面积 (mm^2);
 p ——单位反压力, 一般为 200~700MPa。

反压力也可用另一经验公式 (7-4) 计算

$$F_3 = 20\% F_1 \quad (7-4)$$

式中 F_1 ——精冲时冲裁力 (N)。

7. 精冲时总压力如何确定?

答: 精冲时, V形环压边圈压入材料所需的压力 F_2 远大于精冲过程中为了保证工件剪切面质量要求 V形环压边圈保持的压力 F'_2 , 一般 $F'_2 = (30\% \sim 50\%) F_2$ 。为了提

高精冲压力机的有效负载能力，目前大多数精冲压力机的压边系统都有可无级调节部分的自动卸压装置。精冲开始时，首先在压边力 F_2 作用下 V 形环压边圈压入材料，完成压边后，压力机自动卸压到预先调定的保压压边力 F'_2 ，然后再进行冲裁。因此实现精冲所需的总压力 F_T (N) 是 F_1 、 F'_2 、 F_3 之和。即

$$F_T = F_1 + F'_2 + F_3 \quad (7-5)$$

8. 精冲时卸料力和顶件力如何确定？

答：精冲完毕，在滑块回程过程中不同步地完成卸料和顶件。压边圈将废料从凸模上卸下，反压板将工件从凹模内顶出。卸料力 F_4 (N) 和顶件力 F_5 (N) 可按以下经验公式计算

$$F_4 = (5\% \sim 10\%) F_1 \quad (7-6)$$

$$F_5 = (5\% \sim 10\%) F_2 \quad (7-7)$$

9. 精冲件的结构工艺性有何要求？

答：精冲件的几何形状，在满足技术要求的前提下应力求简单，尽可能是规则的几何形状，并避免尖角。

精冲件的尺寸极限，如最小孔径、最小悬臂和槽宽等都比普通冲裁的小。精冲件的尺寸极限范围，主要取决于模具的强度，也和剪切面质量、模具寿命等有关。

各种几何形状的零件实现精冲的难易程度（难度）共分为三级： S_1 —容易； S_2 —中等； S_3 —困难。模具寿命随精冲难度的增加而降低。

10. 精冲难易程度与圆角半径和料厚有什么关系？

答：精冲难易程度与圆角半径、料厚的关系见图 7-3。

精冲件内外轮廓的拐角处必须采用圆角过渡，以保证模

具的寿命及零件的质量。圆角半径在允许范围内应尽可能取得大些，它和零件角度、零件材料、厚度及强度有关。

例 7-1 已知零件角度 30° ，材料厚度 3mm ，半径为 1.45mm ，由图 7-3 查得其精冲难易程度在 S_2 和 S_3 之间 (S_2 和 S_3 区域分界线上)。

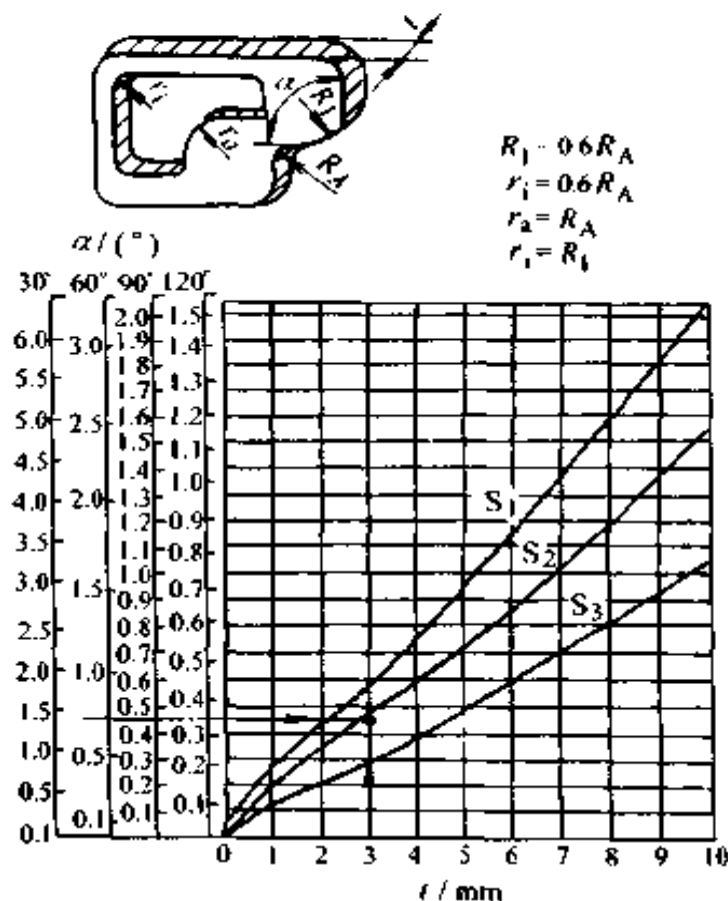


图 7-3 精冲难易程度与圆角半径、料厚的关系

11. 精冲难易程度与槽宽、悬臂宽和料厚有什么关系？

答：精冲件槽的宽度和长度、悬臂的宽度和长度取决于零件的料厚和强度，应尽可能增大宽度，减小长度，以提高

模具的寿命。

精冲难易程度与槽宽、悬臂宽和料厚的关系见图 7-4。

例 7-2 已知零件槽宽 a 和悬臂宽 b 为 4mm，材料厚度 5mm，由图 7-4 查得其精冲难易程度为 S_3 。

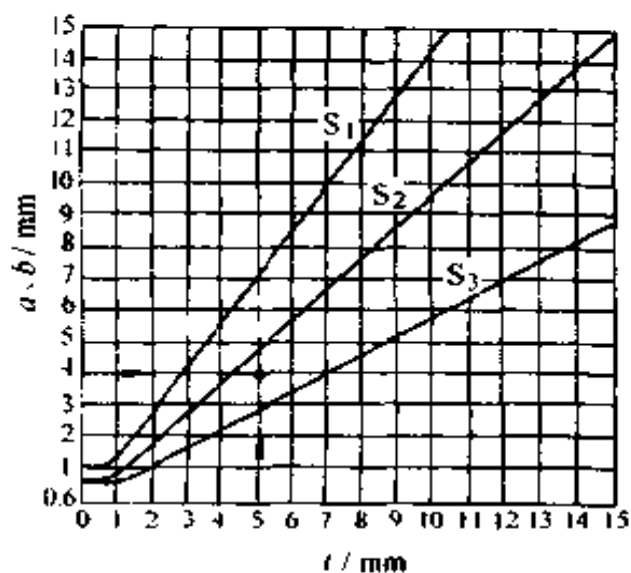
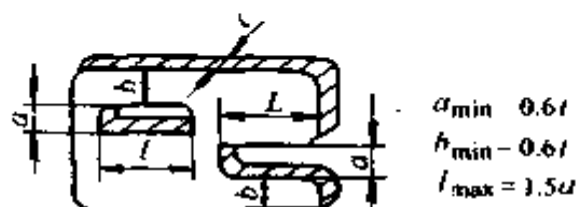


图 7-4 精冲难易程度与槽宽、悬臂宽和料厚的关系

12. 精冲难易程度与环宽和料厚有什么关系？

答：精冲难易程度与环宽和料厚的关系见图 7-5。

例 7-3 已知零件环宽 6mm，料厚 6mm，由图 7-5 查得其精冲难易程度在 S_2 和 S_3 之间。

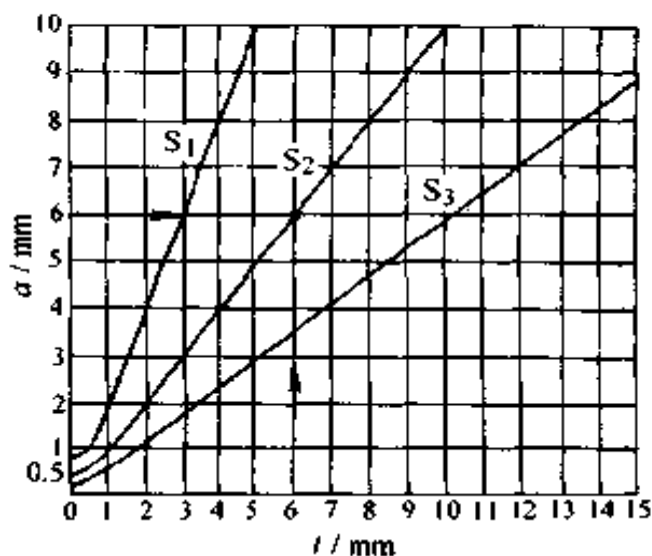
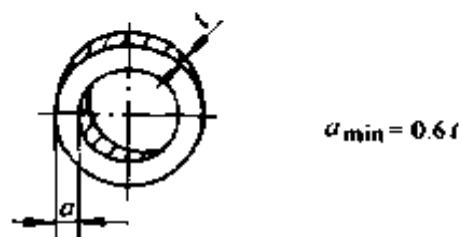


图 7-5 精冲难易程度与环宽和料厚的关系

13. 精冲难易程度与孔径、孔边距和料厚有什么关系?

答:精冲难易程度与孔径、孔边距和料厚的关系见图 7-6。

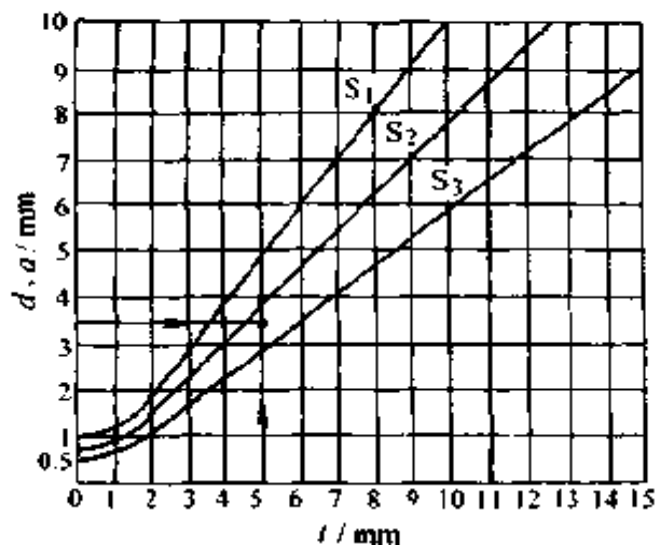
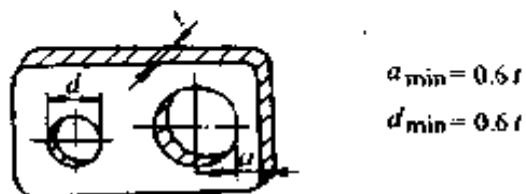


图 7-6 精冲难易程度与孔径、孔边距和料厚的关系

例 7-4 已知零件孔径 3.5mm ，材料厚度 5mm ，由图 7-6 查得其精冲难易程度为 S_3 。

14. 精冲难易程度与齿轮模数和料厚有什么关系？

答：精冲难易程度与齿轮模数和料厚的关系见图 7-7。

例 7-5 已知齿轮模数 $m = 1.5\text{mm}$ ，材料厚度 4.5mm ，由图 7-7 查得其精冲难易程度为 S_3 。

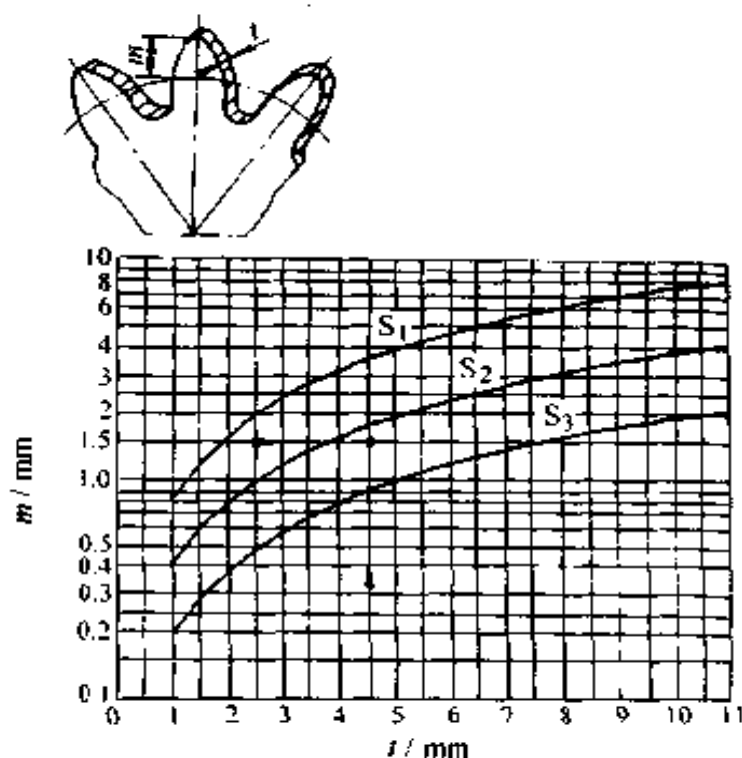


图 7-7 精冲难易程度与齿轮模数和料厚的关系

15. 什么叫精冲复合工艺？

答：精冲和其他工艺的复合简称精冲复合工艺。某些原来由铸、锻毛坯切削加工的零件，切削加工后铆、焊组装的零件，可用精冲复合工艺加工的零件来代替。

精冲复合工艺常见的有半冲孔、压扁精冲、精冲弯曲、压沉孔等。

16. 半冲孔复合工艺有何特点？

答：半冲孔是利用精冲工艺在冲裁过程中工件和条料始终保持为一整体这一特点而派生中来的新工艺。其变形过程和轮廓附近有齿圈压边的精冲过程基本类同，如图 7-8 所示。由于一般半冲孔均在精冲件的内部进行，半冲孔的变形部位距工件边缘较远，外部材料的刚端作用及精冲件外围齿圈压边的作用，可以防止半冲孔剪切区以外的材料在变形过程中随凸模流动。凸凹模 1 和反压板 4，半冲孔凸模 5 和顶杆 7 的夹持作用使材料在半冲孔过程中始终保持和冲裁方向垂直而不翘起，再结合半冲孔凸模和凹模之间的小间隙构成了变形区材料获得纯剪切的条件。另外在半冲孔凸模、顶杆、凸凹模和反压板的强压作用下，半冲孔变形区的材料处于三向受压的应力状态，提高了塑性，避免了精冲件的凸台部分和本体分离或产生断裂。

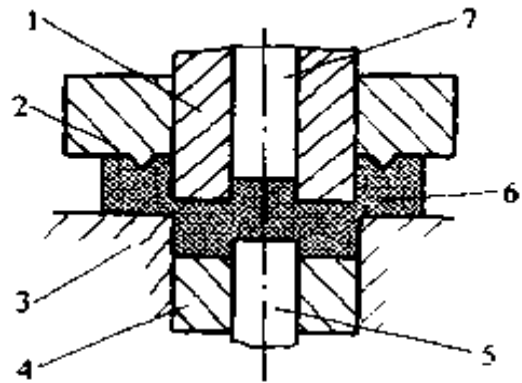


图 7-8 精冲-半冲孔复合
工艺过程示意图

1—凸凹模 2—压边圈 3—凹模
4—反压板 5—半冲孔凸模
6—工件 7—顶杆

17. 半冲孔相对深度如何确定？

答：图 7-9 所示为精冲-半冲孔零件，零件的材料厚度为 t ，半冲孔凸模进入材料的深度为 h ，凸台和本体部分连接的厚度为 $(t-h)$ 。

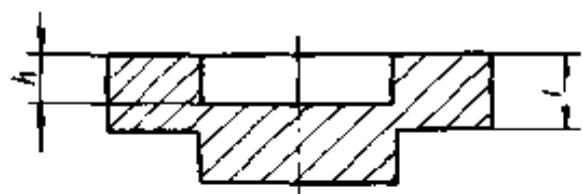


图 7-9 精冲-半冲孔零件

半冲孔凸模进入材料的深度 h 和材料厚度 t 之比是衡量半冲孔变形程度的指标，称为半冲孔相对深度，用 C 表示

$$C = h/t \quad (7-8)$$

18. 半冲孔工件精冲有何特点？举例说明。

答：图 7-10 为汽车座椅调角器零件，是精冲-半冲孔工艺的典型实例。

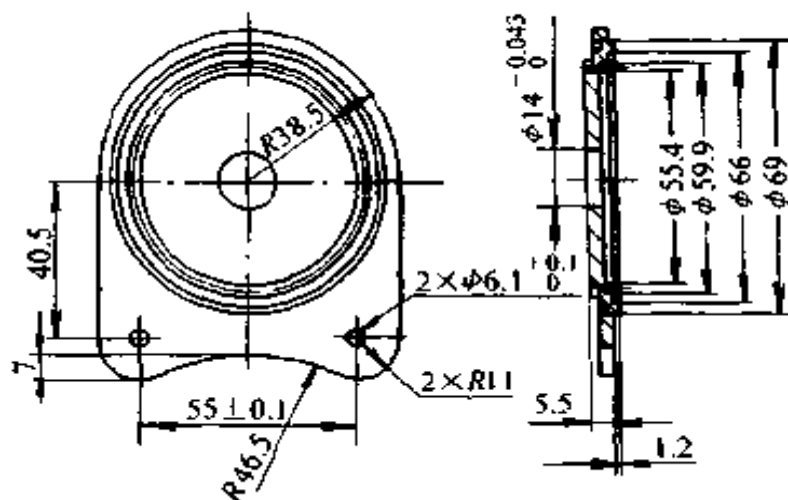


图 7-10 汽车座椅调角器零件

图 7-11 为各种半冲孔零件。图 a 为双联齿轮，图 b 为齿轮偏心轴，图 c、d 为齿轮凸轮，图 e 为棘轮方形凸台。

实例表明：半冲孔工艺可将各种异形凸台（包括齿轮）附在任何形状的平面零件上，也可以作为异形不通孔（包括内齿）附在任何形状的零件上，此时只需将相应的凸台部分采用加工方法去掉即可。加工异形不通孔是半

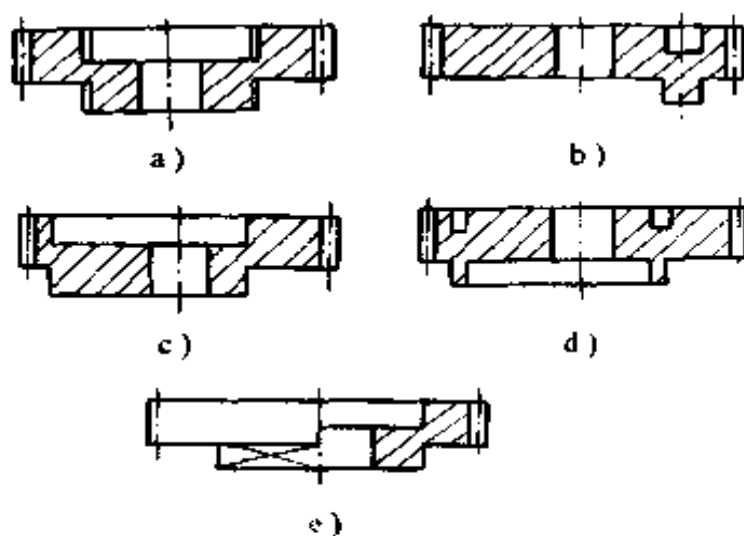


图 7-11 精冲-半冲孔零件

冲孔工艺的另一独特功能。

19. 半冲孔组合件加工工艺有何特点？举例说明。

答：图 7-12 所示是由两个精冲件组成的半冲孔组合件。

图 a 为链轮原来的结构形式，它用铸造或锻造毛坯，通过若干个机械加工工序来完成，图 b 为两个精冲件组合的零件，两个零件各自只需要一个冲压工序即可完成，而且两件共用一套模

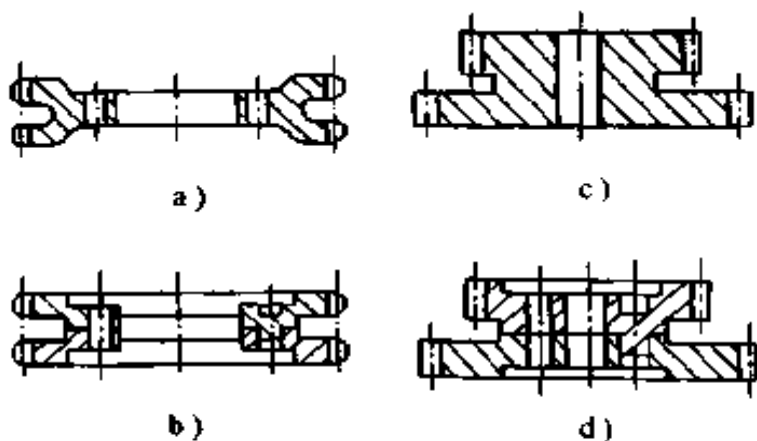


图 7-12 半冲孔组合件

具，其中一件只需将冲孔凸模相应地减短即可。图 c 为原来的双联齿轮结构形式，它同样是用铸造或锻造毛坯，通过多个机械加工工序完成的。图 d 为两个精冲-半冲孔件组合成的零件。

图 7-12 的实例表明：各种形状的扁平类零件都有可能用相应的精冲-半冲孔件来组合。

20. 压扁精冲复合工艺有何特点？

答：压扁精冲复合工艺是获得不等厚精冲件的另一种方法，一般在级进模上进行。这种工艺要先冲出定位孔，通过定位销保证每一工步的送料精度，还要在材料局部压扁的周围预先切口，以便压扁时材料易于流动。条料的厚度均按工件的最大厚度来选取，工件的其他厚度则通过压扁来获得。由于在级进模上进行，条料经压扁硬化后不可能进行退火，因此压扁精冲一般只适于硬化指数较低的低碳钢等材料的冲压加工。压扁精冲实例见图 7-13。

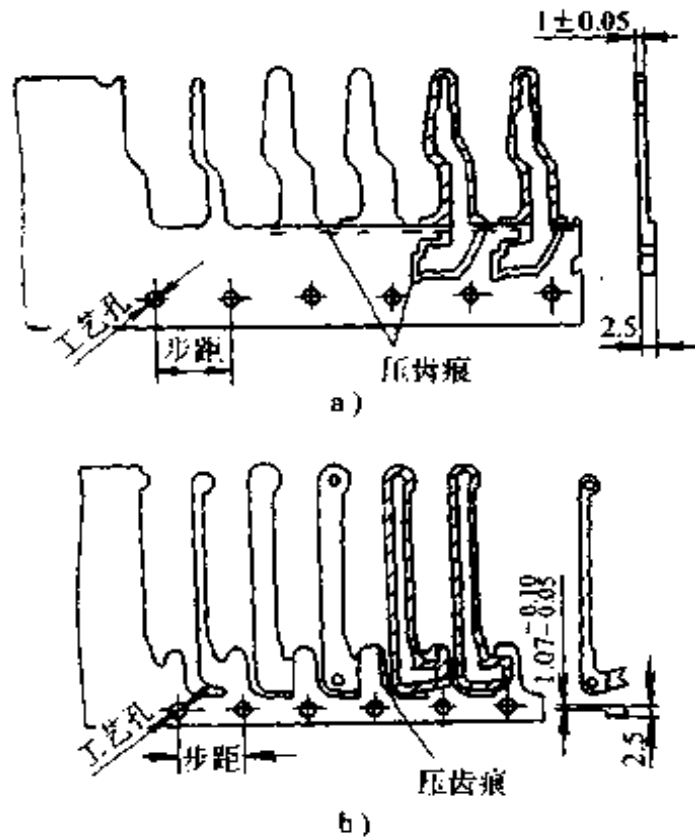


图 7-13 压扁精冲实例

压扁精冲工艺的技术关键主要是压扁后材料的硬化对后续精冲表面质量的影响。图 7-14 给出了 20 钢的相对压扁量 $(\frac{t-t_1}{t} \times 100\%)$ 与加工硬化的实验结果。材料的厚度和强度(硬度)是制定精冲工艺方案以及设计精冲模具的主要原始数据。

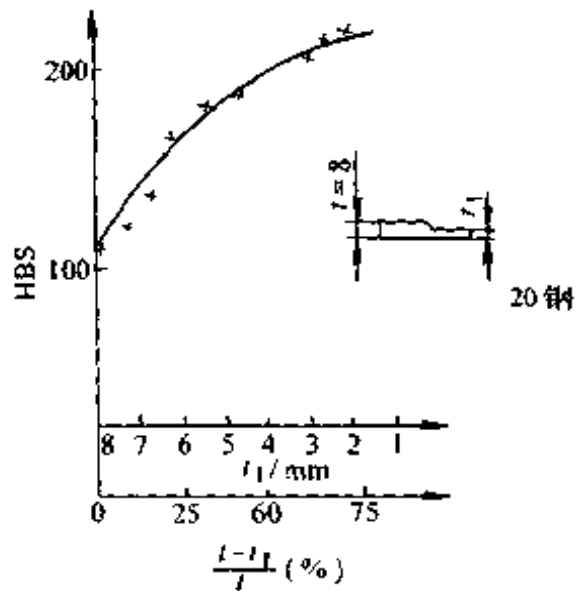


图 7-14 20 钢相对压扁量与加工硬化的实验结果

21. 弯曲精冲复合工艺有何特点？

答：精冲和弯曲复合有三种情况，即精冲与弯曲同时进行、先弯曲后精冲和先精冲后弯曲。

精冲和弯曲同时进行采用精冲弯曲复合模，它适用于切口弯曲和浅Z形弯曲，要求弯曲高度小于料厚，弯曲角度小于 45° 。

先弯曲后精冲的复合模如图7-15所示，要求弯曲角 $\alpha < 75^\circ$ ；压边圈只在平面上有齿形，斜面上不带齿；另外模具闭合时还要求凸模和凹模的平刃口和斜刃口都相切合缝，这样条料完成弯曲后再精冲时可防止凸模进入凹模。

先精冲后弯曲主要采用精冲弯曲级进模完成，当然也可采用两副模具，先完成精冲后，再用另一副模具完成弯曲。

22. 压沉孔的最大深度如何确定？

答：压沉头孔若在工件的塌角面，则可和精冲一次复合完成。各种材料压 90° 沉孔的最大深度 h_{max} 可参照表7-2选择，沉孔的角度和深度改变时，应注意使压缩的体积不超过表中相应数值。

当在工件的毛刺面或两面都有沉孔时，需有预成形工序。

此外，压印、挤压、翻孔、起伏和浅拉深都可和精冲复合。

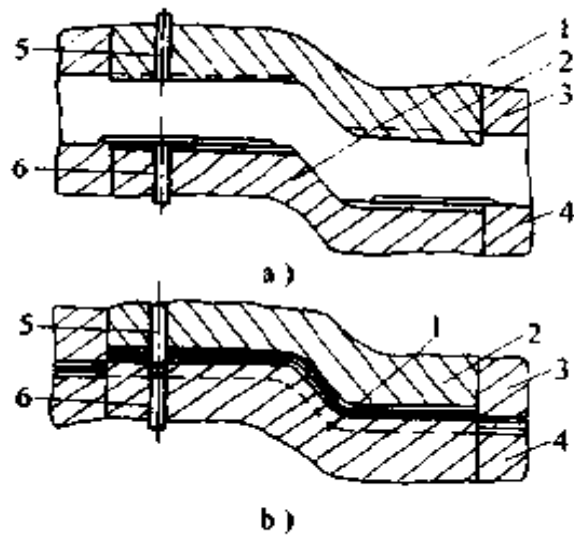
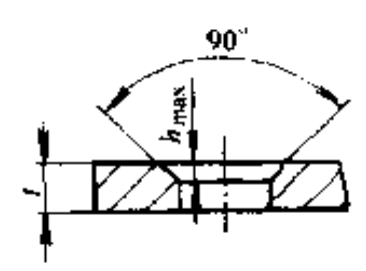


图7-15 弯曲精冲复合模

1—凸模 2—反压板 3—凹模
4—压边圈 5—冲孔凸模 6—顶杆

表 7-2 压沉孔最大深度 h_{max}

	材料强度 σ_t /MPa	300	450	600
	h_{max} /mm	0.4t	0.3t	0.2t

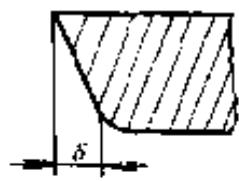
23. 精冲件质量与哪些因素有关?

答：精冲件的质量与模具结构、模具精度、凸模和凹模刃口的状态、工件材料的种类、金相组织和料厚、设备精度、冲裁速度、压边力和反压力以及润滑条件等因素有关。正常情况下精冲件的尺寸公差和几何形状公差见表 7-3。

精冲件的尺寸一致性较好，公差在 0.01mm 之内。

剪切面质量包括表面粗糙度，表面完好率和允许的撕裂等级三项内容。精冲件的剪切面粗糙度为 $R_a 0.2 \sim 3.2 \mu\text{m}$ ，一般为 $R_a 0.32 \sim 2.5 \mu\text{m}$ 。

表 7-3 精冲件尺寸公差和几何形状公差

料厚 t /mm	抗拉强度极限至 600 (MPa)			100mm 长度 上的平面度 /mm	剪切面垂直度/mm 
	内形 IT 等级	外形 IT 等级	孔距 IT 等级		
0.5 - 1	6 - 7	7	7	0.13 - 0.060	0 - 0.01
1 - 2	7	7	7	0.12 - 0.055	0 - 0.014
2 - 3	7	7	7	0.11 - 0.045	0.001 - 0.018
3 - 4	7	8	7	0.10 - 0.040	0.003 - 0.022
4 - 5	7 - 8	8	8	0.09 - 0.040	0.005 - 0.026
5 - 6.3	8	9	8	0.085 - 0.035	0.007 - 0.030
6.3 - 8	8 - 9	9	8	0.08 - 0.030	0.009 - 0.038
8 - 10	9 - 10	10	8	0.075 - 0.025	0.011 - 0.042
10 - 12.5	9 - 10	10	9	0.065 - 0.025	0.015 - 0.055
12.5 - 16	10 - 11	10	9	0.055 - 0.020	0.020 - 0.065

24. 适于精冲的主要材料有哪些?

答: 大约 95% 的精冲件是钢件, 其中大部分是低碳钢, 适于精冲的主要钢种见表 7-4。未列在表中的钢种, 可参考表中含碳量接近的钢种。

适于精冲的铜和铜合金、铝和铝合金见表 7-5。

表 7-4 适于精冲的主要钢种

钢 种	可精冲的大 约最大厚度/mm	精冲难易程度
08, 10	15	S ₁
15	12	S ₁
20, 25, 30	10	S ₁
35	8	S ₂
40, 45	7	S ₂
50, 55	6	S ₂
60	4	S ₂
70, T8A, T10A	3	S ₃
15Mn, 16Mn	8	S ₃
15CrMn	5	S ₂
20MnMoB	8	S ₂
20CrMo	4	S ₃
G Cr15	6	S ₃
1Cr18Ni9	8	S ₃
0Cr13	6	S ₃
1Cr13	5	S ₂
4Cr13	4	S ₂

表 7-5 适于精冲的铜和铜合金、铝和铝合金

材 料	精冲难易程度
T2、T3、T4、TU1、TU2	S ₁
H96、H90、H80、H70、H68	S ₁
H62	S ₂
HSn70—1、HSn62—1	S ₂
HNi65—5	S ₂
QSn4—3	S ₂
QBe2、QBe1.7	S ₃
QA17	S ₃
L1、L2、L3、L4、L5、L6、L7	S ₁
LF21	S ₁
LF2、LF3	S ₂
LY11、LY12	S ₂

25. 精冲件排样与搭边应注意哪些事项?

答：精冲排样与普通冲裁排样原则相同，对于外形两侧剪切面质量要求有差异的工件，排样时应将要求高的一侧放在进料方向，以便冲裁时搭边更充分。如图 7-16 所示，零件带齿的一侧要求高，则将齿形一侧放在进料方向。

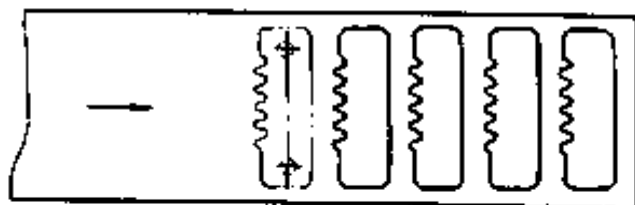
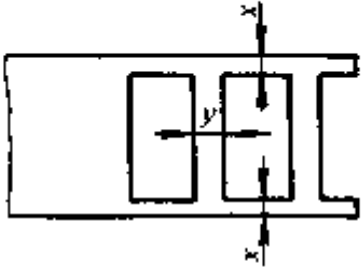


图 7-16 排样

精冲由于采用了 V 形环压边，因而搭边宽度比普通冲裁大。表 7-6 给出了精冲所需搭边的最小值。

表 7-6 搭边最小值 (mm)

料 厚 t		
	x	y
0.5	1.5	2
1	2	3
1.5	2.5	4
2	3	4.5
2.5	4	5
3	4.5	5.5
3.5	5	6
4	5.5	6.5
5	6	7
6	7	8
8	8	10
10	10	12
12	12	15
15	15	18

26. V形环尺寸如何选择确定?

答: V形环在压边圈上, 与冲裁轮廓保持一定距离, 其尺寸取决于料厚。料厚 4mm 以下采用单面 V形环, 尺寸见表 7-7。料厚超过 4mm 采用双面 V形环, 尺寸见表 7-8, 其中一个 V形环在压边圈上, 另一个在凹模上。对于齿轮等要求剪切面垂直度较高的零件, 即使料厚不到 4mm 也应采用双 V形环。冲直径 30mm 以上的孔时应在顶杆上加 V形环, 小孔可不加。

表 7-7 单面 V形环尺寸 (mm)

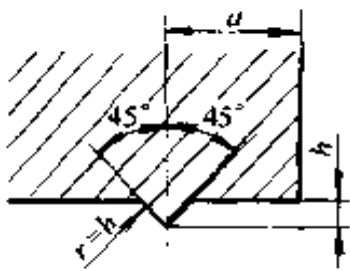
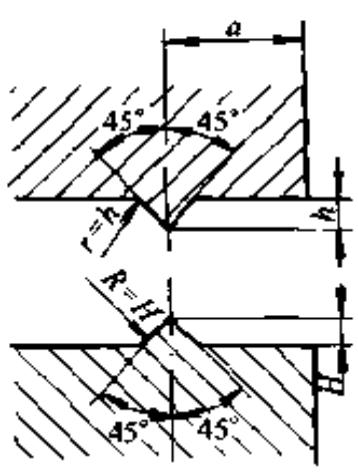
料 厚 t		
	a	h
0.5~1	1	0.3
1~1.5	1.3	0.4
1.5~2	1.6	0.5
2~2.5	2	0.6
2.5~3	2.4	0.7
3~3.5	2.8	0.8
3.5~4	3.2	0.9

表 7-8 双面 V 形环尺寸

(mm)

料 厚 t			
	a	h	H
4~5	2.5	0.6	0.9
5~6	3	0.8	1.1
6~8	3.5	1.1	1.4
8~10	4.5	1.2	1.6
10~12	5.5	1.6	2
12~15	7	2.2	2.6

V 形环一般沿冲裁轮廓分布，但当工件有较小的内凹轮廓时，V 形环可以不紧沿轮廓分布，如图 7-17 所示。

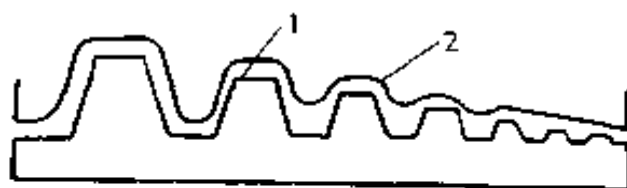


图 7-17 V 形环特殊分布

1—刃口 2—V 形环

27. 精冲模间隙如何选择确定？

答：精冲凸模和凹模的间隙选择见表 7-9。它和料厚、冲裁轮廓及材质有关。外形上向内凹的轮廓部分，V 形环不沿轮廓分布的部分，按内形确定间隙。

表 7-9 凸模和凹模的单边间隙 Z ($\%t$)

料厚 t/mm	外形	内形 (孔、直径 d)		
		$d < t$	$d = 1 \sim 5t$	$d > 5t$
0.5	0.5	1.25	1.0	0.5
1		1.25	1.0	0.5
2		1.25	0.5	0.25
3		1.0	0.5	0.25
4		0.85	0.375	0.25
6		0.85	0.25	0.25
10		0.75	0.25	0.25
15		0.5	0.25	0.25

合理选取间隙，保证四周间隙均匀，并在结构上使冲切元件有足够的刚度和导向精度，使其在整个工作过程中保持间隙均匀恒定不变是实现精冲的技术关键。

28. 精冲凸模和凹模尺寸如何确定？

答：在正常情况下，精冲件的外形比凹模刃口稍小，精冲件的内孔比冲孔凸模的刃口也稍小，在确定凸模和凹模尺寸时，必须考虑这一特点。另外还应注意模具磨损对工件尺寸的影响分为三种情况，如图 7-18 所示。

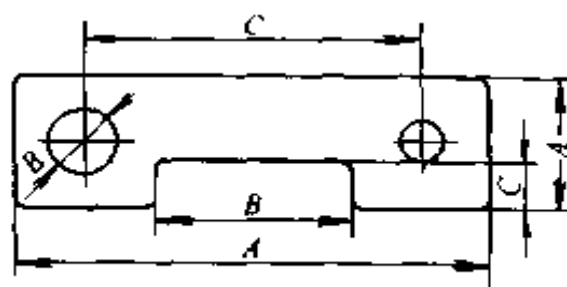


图 7-18 模具磨损对零件尺寸影响

1) 随模具刃口磨损零件尺寸逐渐增大，如图中尺寸 A 。

2) 随模具刃口磨损零件尺寸逐渐减小，如图中尺寸 B 。

A —零件尺寸逐渐增大

B —零件尺寸逐渐减小

C —零件尺寸基本不变

3) 模具磨损对零件尺寸基本无影响, 如图中尺寸 C。

29. 精冲落料模的尺寸如何确定?

答: 落料时, 精冲件的外形尺寸取决于凹模, 因此间隙应取在凸模上。

随着凹模的磨损零件尺寸逐渐增大, 应按第一类情况确定, 精冲凹模刃口的尺寸 A 为:

$$A = \left(L_{\min} + \frac{\Delta}{4} \right) + \frac{\delta}{0} \quad (7-9)$$

如果零件外形有内凹部分, 则该处零件尺寸随凹模的磨损而逐渐减小, 属第二类情况, 此处精冲凹模刃口的尺寸 B 为:

$$B = \left(L_{\max} - \frac{\Delta}{4} \right) - \frac{\delta}{0} \quad (7-10)$$

式中 L_{\min} ——零件的最小极限尺寸 (mm);

L_{\max} ——零件的最大极限尺寸 (mm);

Δ ——零件的公差 (mm);

δ ——模具的制造公差 (mm)。

30. 精冲冲孔模的尺寸如何确定?

答: 冲孔时, 精冲件的内形尺寸取决于凸模, 因此间隙应取在凹模上。

随着凸模的磨损零件尺寸逐渐减小, 属于第二类情况, 精冲凸模的尺寸 B 应确定为:

$$B = \left(L_{\max} - \frac{\Delta}{4} \right) - \frac{\delta}{0} \quad (\text{mm}) \quad (7-11)$$

如果零件内形上有凸出的部分, 则该处零件尺寸将随凸模的磨损而增大, 属第一类情况, 此处精冲凸模刃口尺寸 A 为:

$$A = \left(L_{\min} + \frac{\Delta}{4} \right) + \frac{\delta}{0} \quad (\text{mm}) \quad (7-12)$$

对于第三类情况, 应使新模具的刃口尺寸等于零件的平

均尺寸，即取刃口公称尺寸为：

$$C = (L_{\min} + L_{\max}) / 2 \text{ (mm)} \quad (7-13)$$

31. 精冲模结构有哪些特殊要求？

答：精冲模结构特殊要求如下：

1) 反压板和凹模、压边圈和凸模、冲孔凸模和反压板等模具零件之间应为无间隙配合。

2) 压边圈内平面应高出凸模平面 δ 值，精冲压力机上的精冲模 δ 值一般为 0.2mm 左右。在通用压力机上采用自制压边系统时， δ 值视系统刚性而定，一般应适当增大，应保证冲裁前 V 形环已压入坯料。

3) 反压板应高出凹模面 0.1~0.2mm，顶杆头部倒圆以利清除废料。

4) 垫板应高出板座表面 0.01~0.03mm，使凹模或凸模确实得到支承。

5) 凸模由压边圈定位，冲孔凸模由反压板定位。

6) 护齿垫在压边圈上，其高度小于料厚而大于 V 形环齿高。

7) 应注意排气。

8) 试模时如在制件的剪切面上发现有断裂，增加压边力不能克服时，可将模具对应部位的刃口倒圆，圆角半径一般为 0.01~0.03mm。

32. 在普通压力机上精冲采用的模架驱动方式有哪些？

答：一般精冲均需在专用的三动精冲压力机上进行。但在普通压力机上附加压边系统和反压系统也可进行精冲。其模架压边、反压可采用液压（见图 7-19a）、气动液压（见图 7-19b 在液压系统中用气动增压缸代替液压泵）或机械（弹簧、橡皮等）系统驱动。

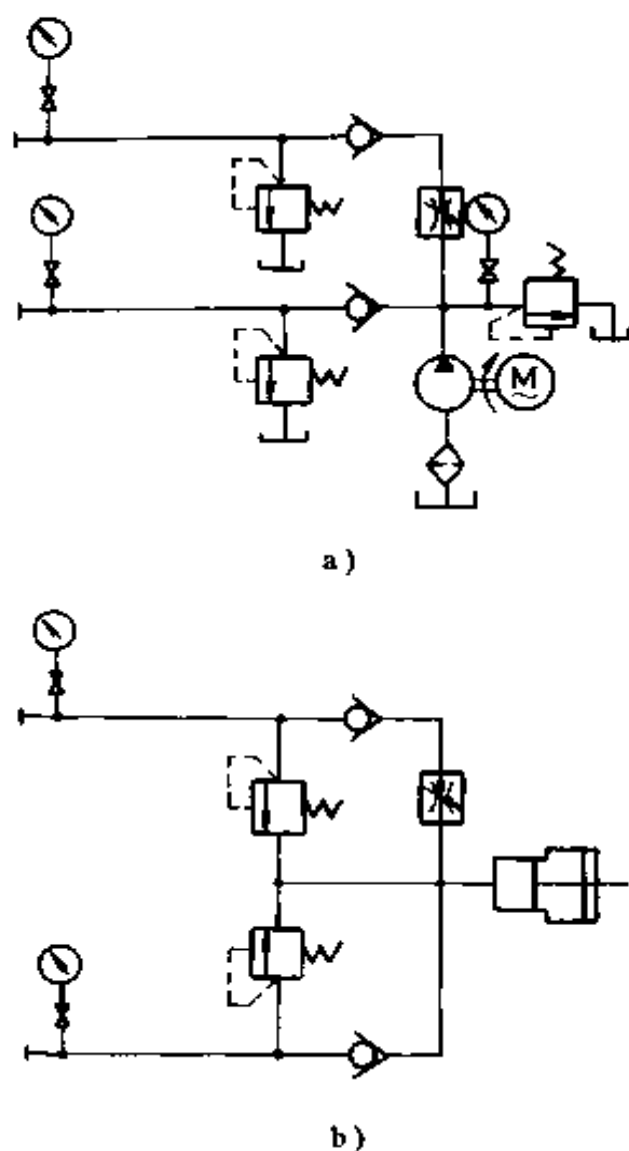


图 7-19 液压模架驱动方式
a) 液压系统 b) 气动液压系统

33. 在普通压力机上精冲采用的液压模架和液压精冲模结构有何特点？

答：在普通压力机上精冲，采用的压边、反压系统可单独成为一个系统，如图 7-20 所示的液压模架；也可装在精冲模和压力机内，如图 7-21 所示。

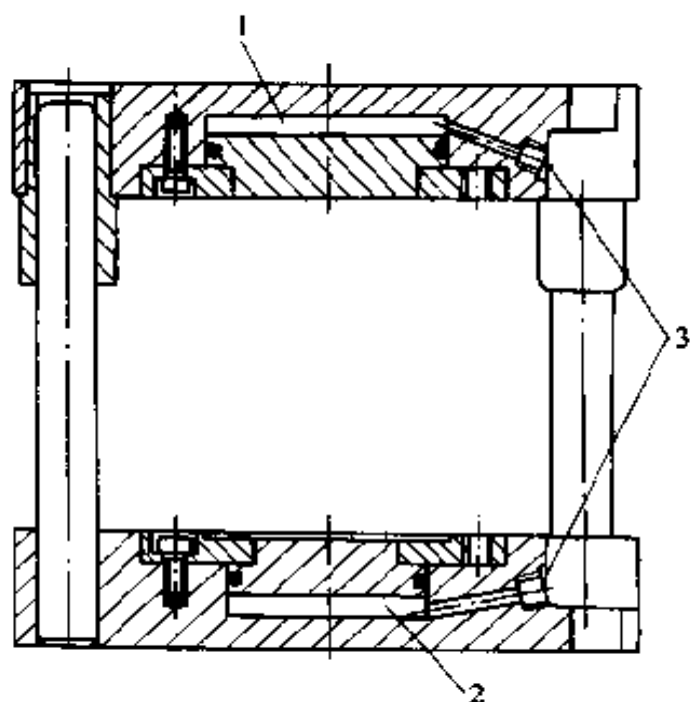


图 7-20 液压模架

1—压边系统 2—反压系统 3—进油孔

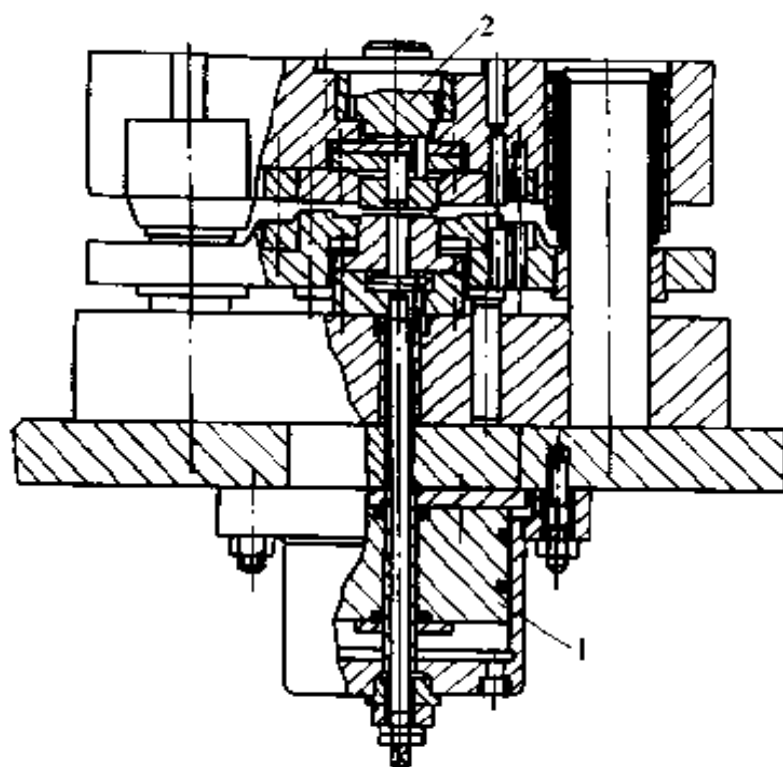


图 7-21 液压精冲模

1—压边系统 2—反压系统

34. 精冲模按结构特点分几类?

答：精冲模按结构特点分为活动凸模式、固定凸模式和简易精冲模等几种。其中，固定凸模式精冲模的结构与顺装或倒装弹压导板模类似，凸模固定于模座上，压边圈和模座有相对运动。活动凸模式压边圈固定在模座上，凸模和模座有相对运动。

35. 固定凸模式精冲模结构有何特点?

答：固定凸模式精冲模的凸模以齿圈压板型孔导向。这种结构的模具刚性好，由于模具装在专用的精冲压力机上，上模座和下模座均受承力环支承，通过推杆、顶杆传递辅助压力，故受力平稳。图 7-22 为简单结构的固定凸模式精冲模；图 7-23 为顺装固定凸模式精冲模。

固定凸模式精冲模适用于精冲轮廓较大的大型、窄长、厚料、外形复杂不对称及内孔较多的精冲件或需级进精冲的零件。

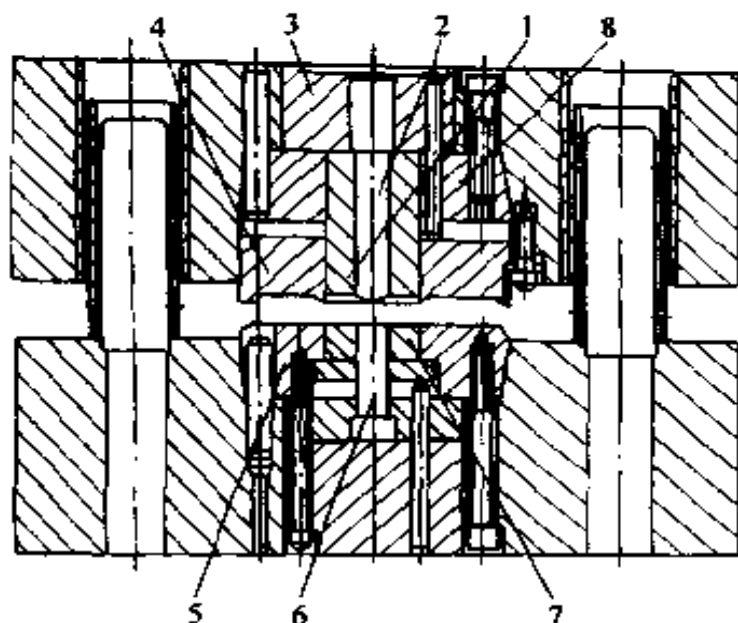


图 7-22 固定凸模式精冲模

- 1—凸模 2—顶杆 3—垫板 4—压边圈
5—凹模 6—冲孔凸模 7—反压板 8—凸模座

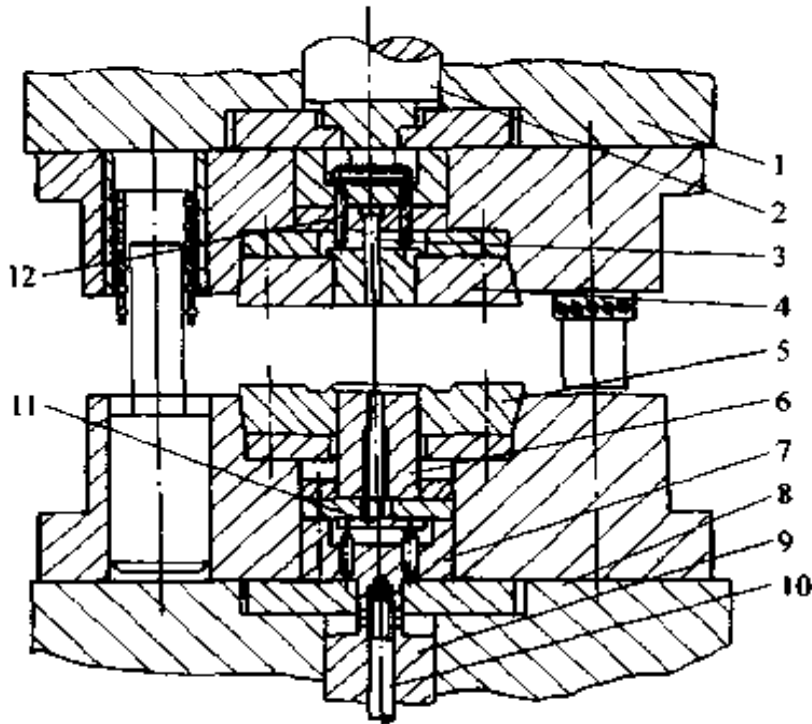


图 7-24 活动凸模式精冲模具

- 1—滑块 2—上柱塞 3—冲孔凸模 4—落料凹模
5—齿圈压板 6—凸凹模 7—凸模座 8—工作台
9—滑块 10—凸模拉杆 11—桥板 12—顶杆

37. 简易精冲模结构有何特点？

答：简易精冲模在单动机械压力机或液压压力机上获得主要冲裁力，其他辅助压力靠模具的弹压和顶推装置完成，使冲裁变形区处于三向受压的应力状态。由于简易精冲模的辅助压力要求很大，齿圈压边力约为冲裁力的 40%~60%，而普通冲裁的卸料力只有冲裁力的 1%~6%，因而在简易精冲模具中常用碟形弹簧或聚氨酯橡胶作为弹性元件。聚氨酯简易精冲模的结构如图 7-25 所示。

简易精冲模主要用于板厚 4mm 以下、批量不大、多品种的小型精冲零件。

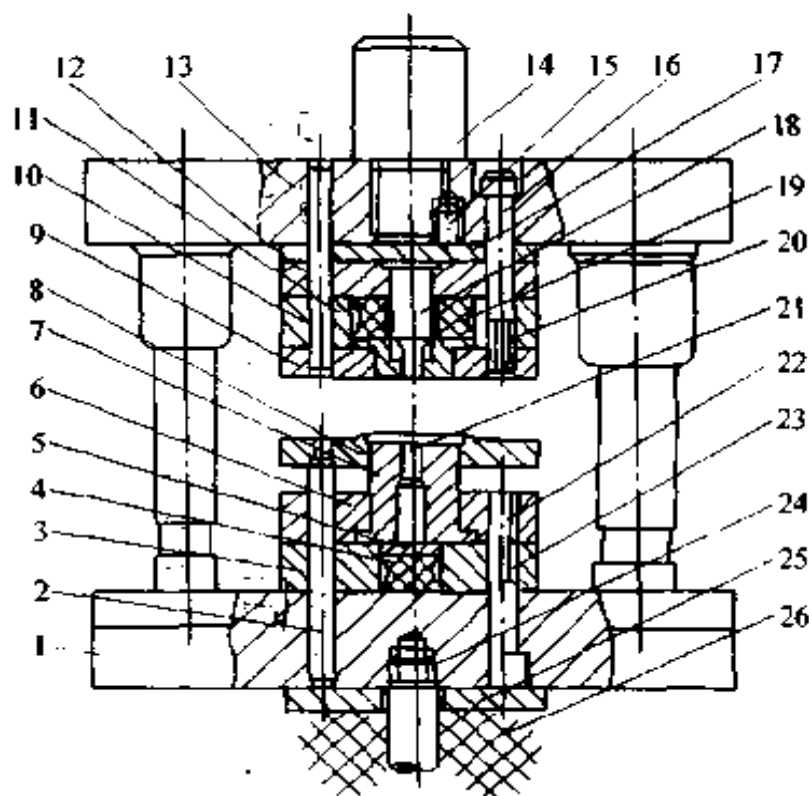


图 7-25 聚氨酯简易精冲模

1—下模座 2、21—顶杆 3、5、11、17—垫板 4、19—聚氨酯橡胶
 6—凸凹模固定板 7—凸凹模 8—齿圈压板 9—凹模 10、22—销钉
 12—凸模固定板 13—上模座 14—模柄 15、16、23—螺钉
 18—冲孔凸模 20—推件板 24—螺杆 25—垫圈 26—聚氨酯弹顶器

38. 精冲压力机工作台结构形式有几种?

答：精冲压力机有活动工作台、固定工作台和复合工作台三种结构形式。前两种分别适用于活动凸模式和固定凸模式精冲模，复合工作台对两种结构的模具均适用。

39. 精冲模按功能分哪几类?

答：精冲模按功能可分为：

- 1) 简单模。只冲外形不冲孔,如精冲卡尺尺框、尺身的模具。
- 2) 复合模。同时冲出外形和内形。
- 3) 级进模。分若干个工步,用于精冲复合工艺或凸凹模强度太弱的复合模结构。图 7-26 为压沉孔精冲级进模,图 a 为模具图,图 b 为工步图。

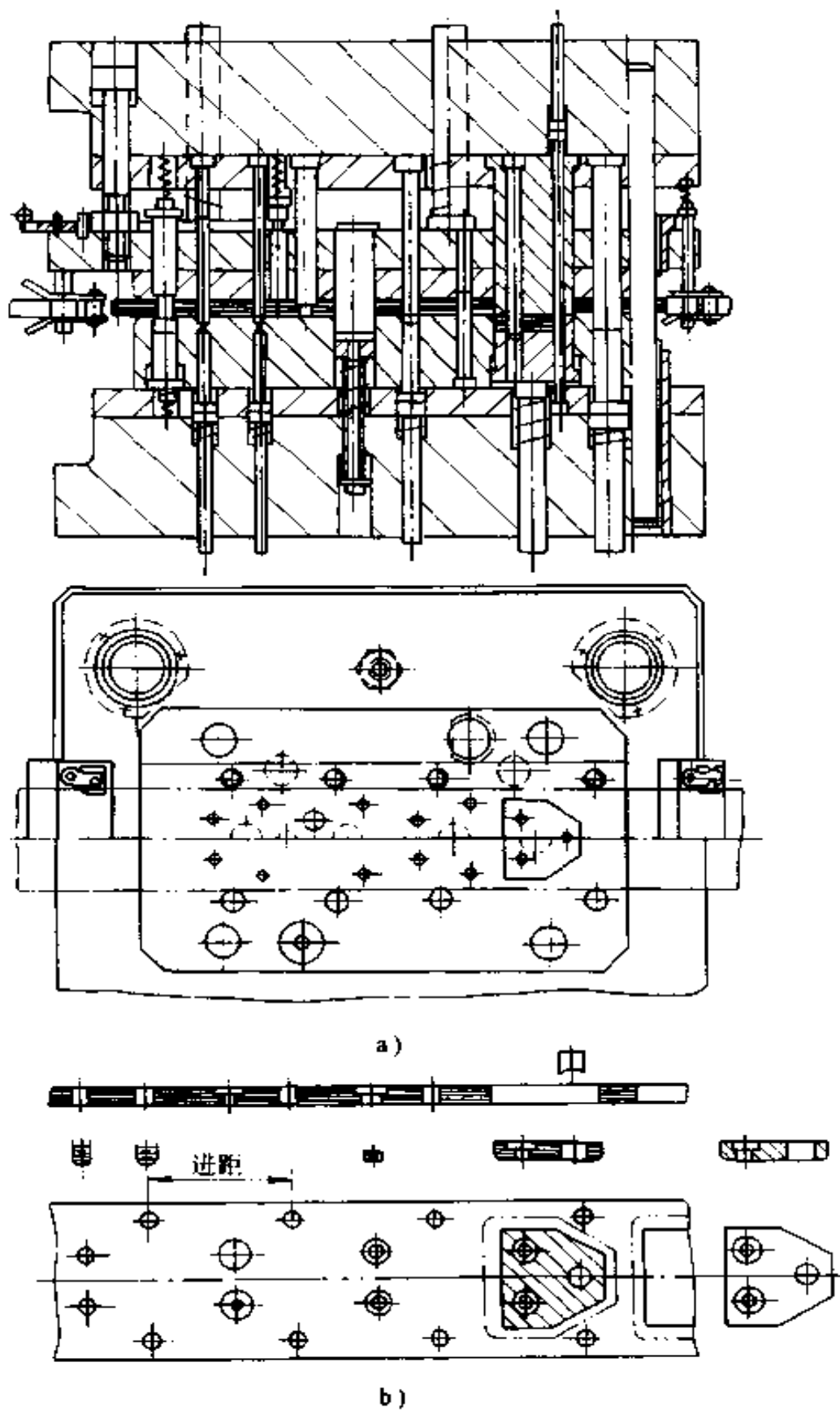


图 7-26 压沉孔精冲级进模
a) 模具图 b) 工步图

40. 什么叫级进模？

答：级进模也称连续模或前跳模。

多工序级进模将冲件的各个工序设在一副模具上，在条料的进料方向上，具有两个以上的工位，压力机上一个行程就能完成一个冲件。它是提高生产效率、保证操作方便和安全、实现自动化生产的有效办法。

多工序级进模的结构设计和制造技术比普通冲模要复杂，并且需要使用各种较精密的模具加工机床，如坐标镗床、坐标磨床、慢走丝线切割机床、光学曲线磨床等。随着模具加工技术与设备的进步，将可制造出更高精度的多工序级进模。

41. 多工序级进模一般设计顺序是什么？

答：多工序级进模一般设计顺序如下：

- 1) 了解冲件的技术要求。
- 2) 分解冲制工序，分析各工序的冲压方法。
- 3) 确定冲压工序排样。
- 4) 初步设计结构。
- 5) 初步设计零部件，如模架、凸模、凹模、导正销、卸料装置、顶料装置、防粘模结构、安全装置、凸模高度调整结构、弯曲模的间隙调整装置、斜楔滑块装置、倒冲机构等。
- 6) 预定零件加工工艺装配工艺（必要时要修改前述已决定的事项）。
- 7) 维修的难易与可行性的检查（必要时要修改前述已决定的方案）。
- 8) 绘制正式装配图。
- 9) 绘制各零件工作图。

10) 校核。

42. 多工序冲裁级进模的结构形式与设计有何特点?

答: 为提高冲件精度, 除要求提高模具精度外, 需保证送进的步距精度和合理的导料方式。

为提高材料利用率, 可采用多排排样和组合排样等。

为提高生产率, 采取多排提高设备转速和快速自动换模、换料等。

43. 仪表游丝支片多工序冲裁级进模结构有何特点?

答: 游丝支片多工序冲裁级进模的冲件图, 排样图和模具图如图 7-27~图 7-29 所示。

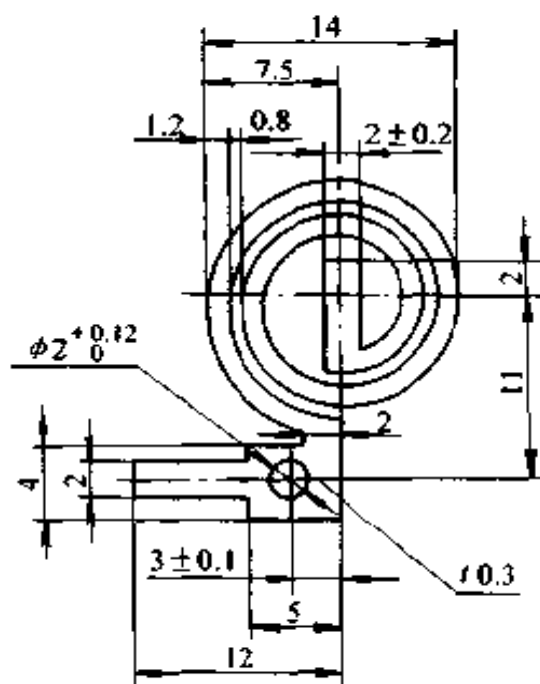


图 7-27 冲件图

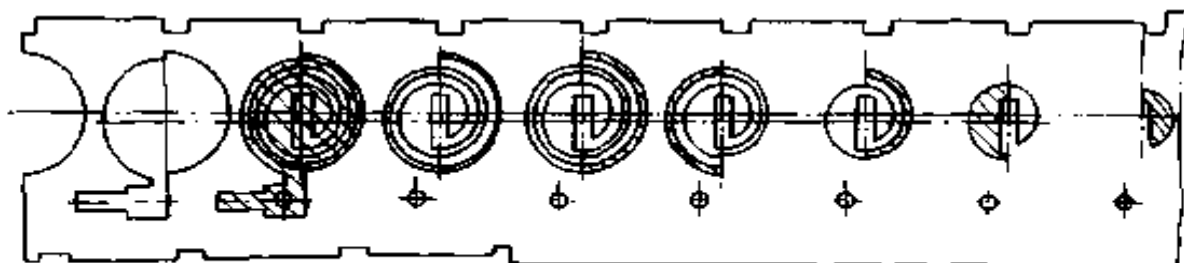


图 7-28 排样图

游丝支片形状复杂，采用冲裁级进模逐步切除废料最后落料的方法。凹模采用拼块形式，带料自导板中通行，由侧刃控制步距。具体工步见图 7-29：

- 1) 第一步由冲孔凸模 7 冲孔，凸模 6 冲去废料。
 - 2) 第二步由凸模 4、5 再冲去废料。
 - 3) 第三步由凸模 3 继续冲去废料。
 - 4) 第四步由凸模 2 冲出工件外缘一部分。
 - 5) 第五步由落料凸模 1 冲出成形工件。
- 导板对各凸模有导向保护作用。

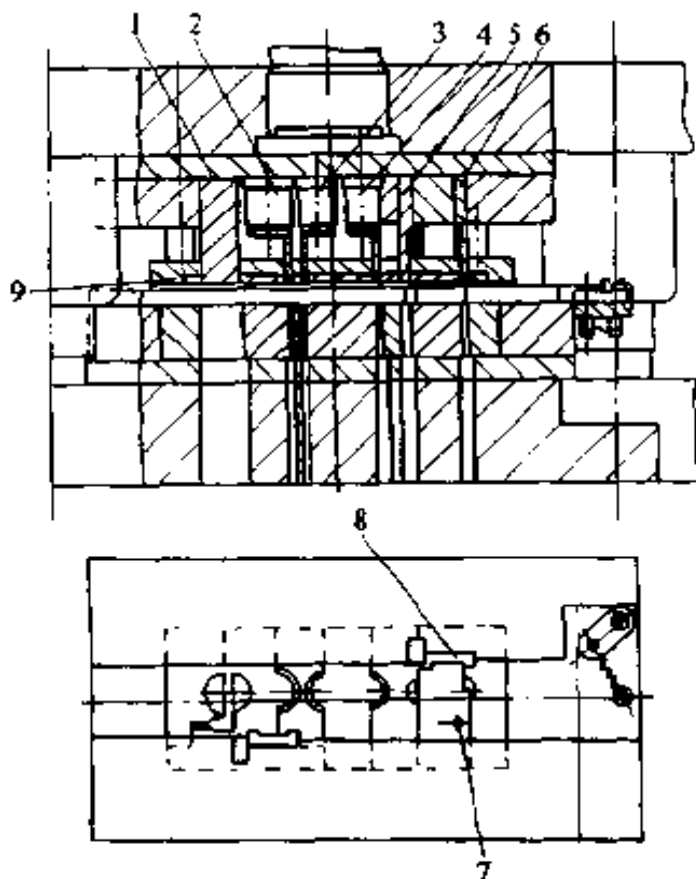


图 7-29 游丝支片多工序冲裁级进模

1—落料凸模 2、3、4、5、6—凸模
7—冲孔凸模 8—侧刃 9—导板

44. 锁扣多工序级进模结构有何特点？

答：图 7-30 所示的模具是用于冲制锁扣的 11 工位多工序级进模，图 7-31 是冲件图和排样图。模具使用在带有自动送料装置的高速压力机上，要求模具精度高及刚性好。模具工作部分材料为 Cr12Mo。结构上采用了始用挡料销装置、可调整凸模长度的装置、顶料装置和保护装置。所有凸模均由导板导向，凸模与固定板的配合间隙为 0.05mm（双向间隙），使其在冲压过程中可自行导正。11 个导正销在一条直线上，其间距误差 $\leq 0.01\text{mm}$ ，它是用来保证各工位的送料精度。冲长方孔凹模拼块采用可以调换的拼合式结构，用高精度的磨削加工保证互换性。该模具采用精度高、稳定性好的四导柱模架，由于在冲压过程中，必须保证导套不脱离导柱，故需用于行程符合要求的压力机。

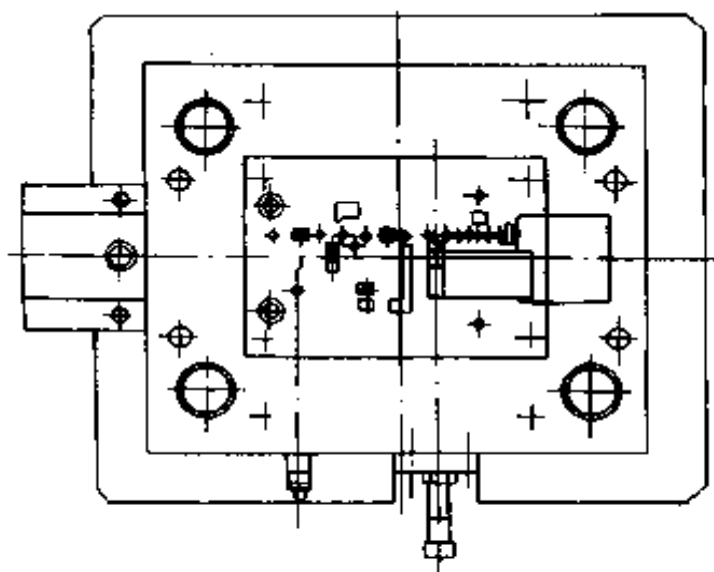


图 7-30 锁扣多工序级进冲模

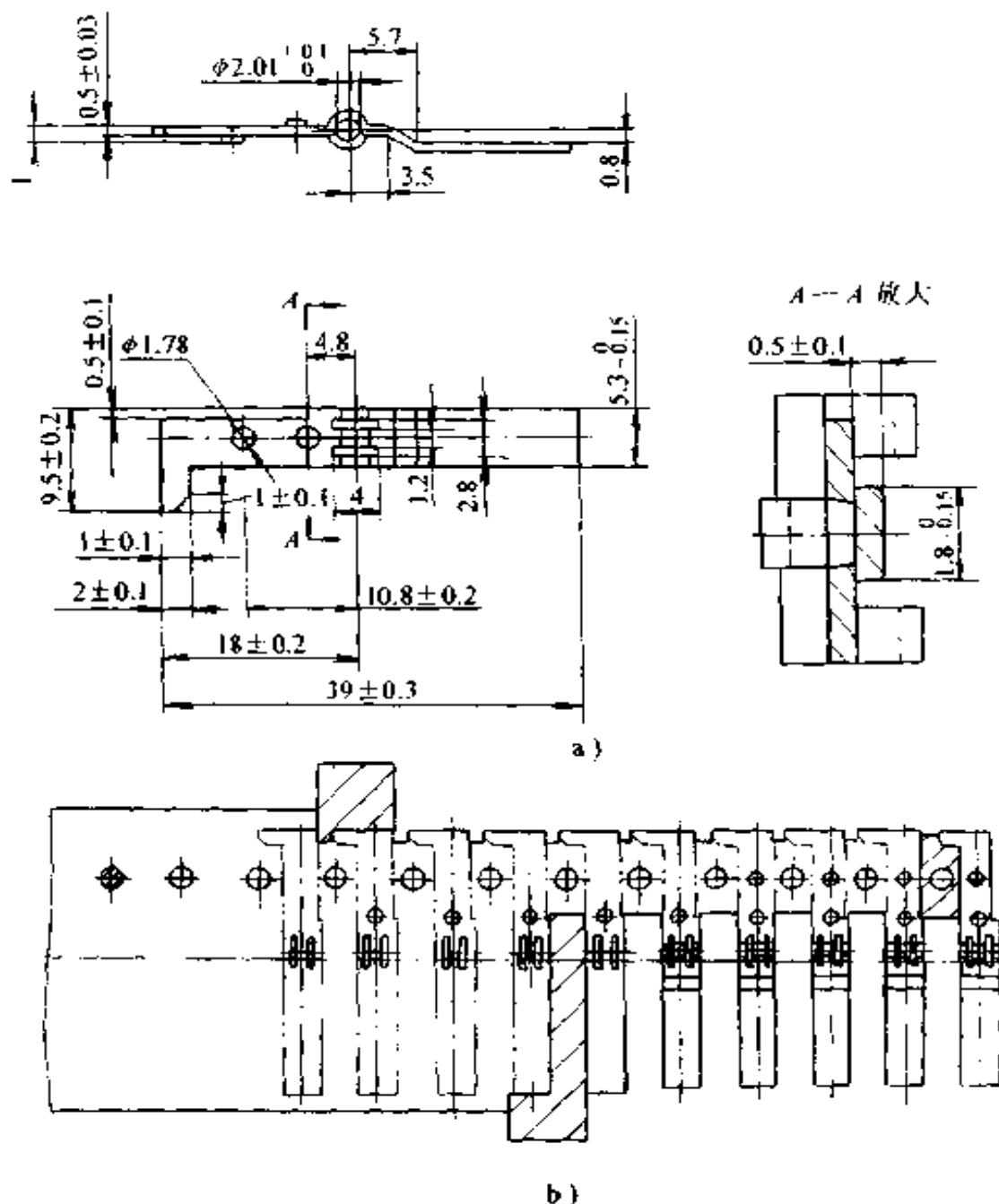


图 7-31 冲件图和排样图

a) 冲件图 b) 排样图

45. 多工序冲裁拉深级进模结构有何特点?

答:多工序冲裁拉深级进模比多工序冲裁级进模的变化因素多, 主要涉及确保防皱压边面积和压料力, 以及随着拉深时凸缘直径减小使步距变化和每一工序的深度变化及防皱压边力不均匀等。而且级进模与单工序模相比, 更需保证其安全性, 在模具结构上要留有空工位, 以备必要时能有调整余地。

图 7-32 为多工序冲裁拉深级进模。图 7-33 为冲件图及排样图。

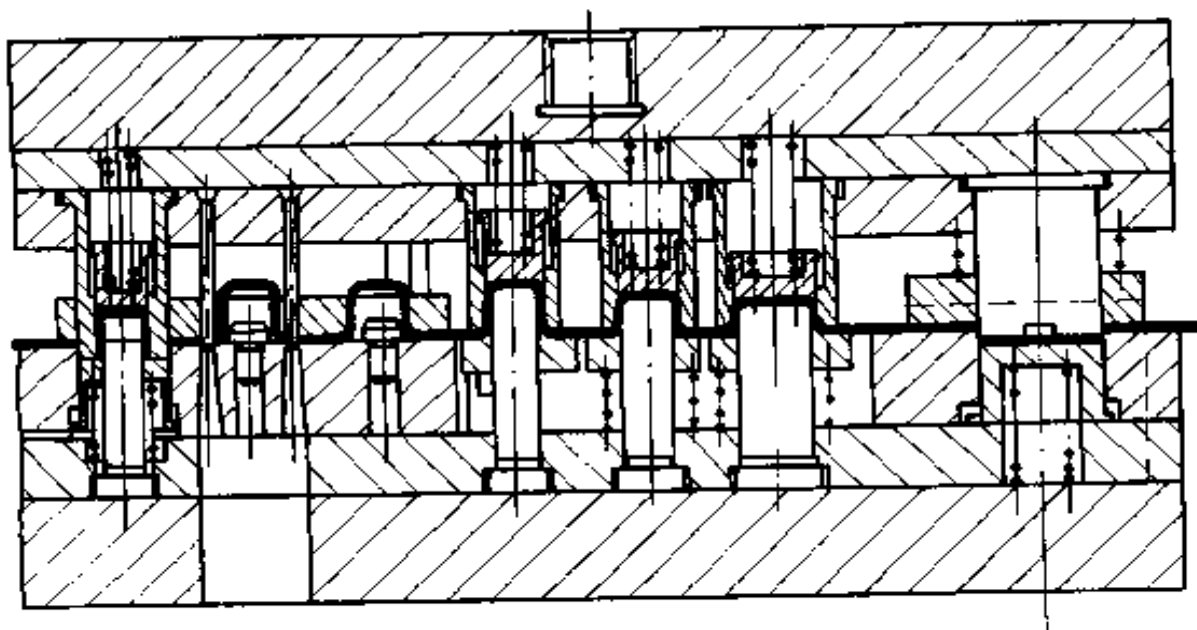


图 7-32 多工序冲裁拉深级进模

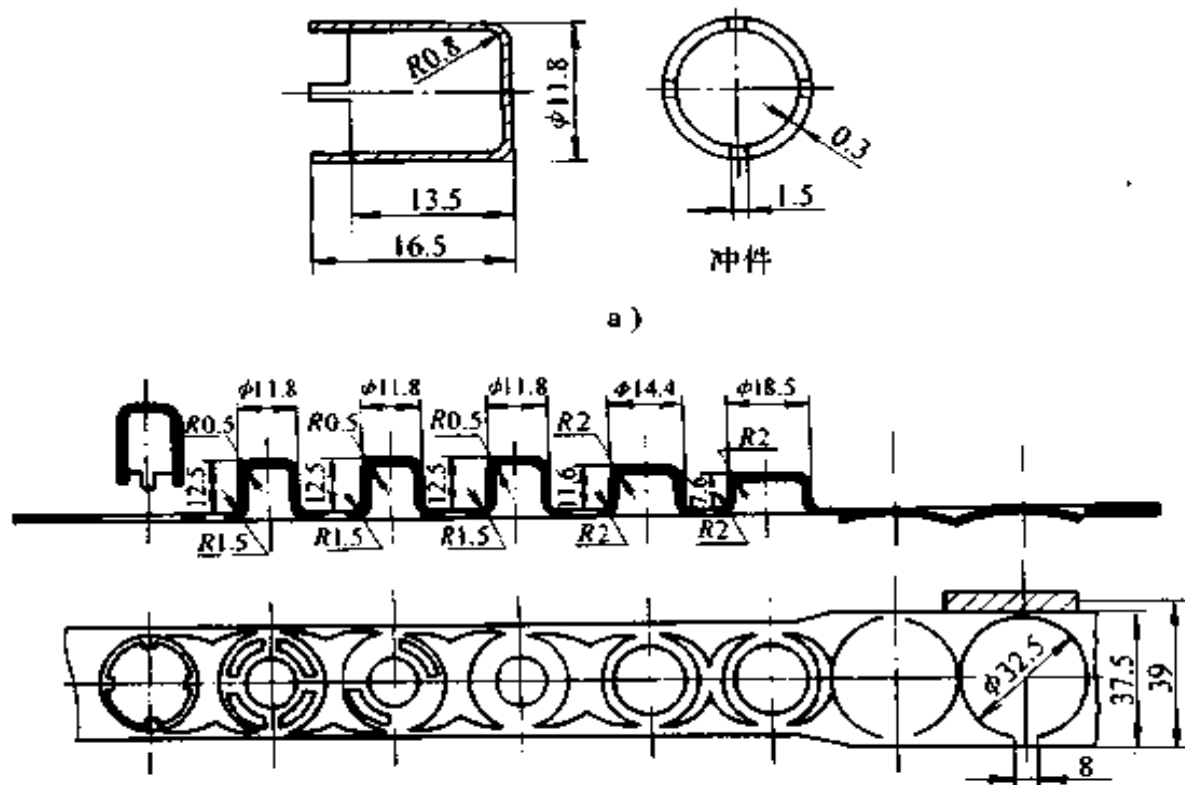


图 7-33 冲件图及排样图
a) 冲件图 b) 排样图

46. E形硅钢片硬质合金冲裁模结构有何特点？

答：图 7-34 所示为 E 形硅钢片硬质合金冲裁模，其结构采用滚动导向模架和浮动模柄，模具由硬质合金圆凸模 3、凹模 2 和凸凹模 1 组成，4 为凹模固定板。

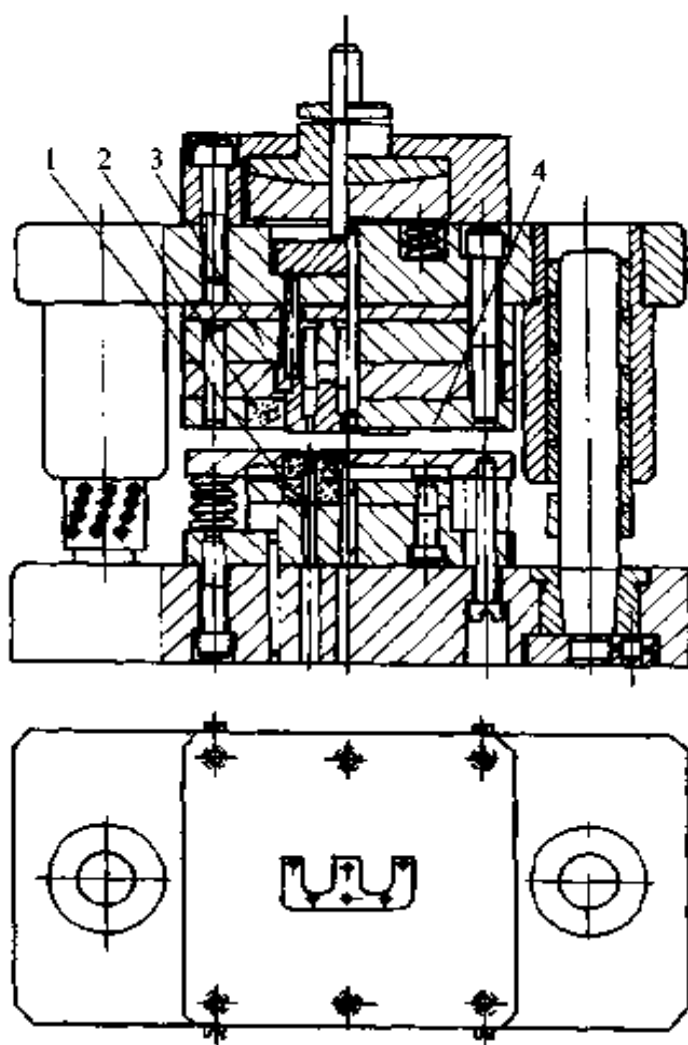


图 7-34 E形硅钢片复合冲模

1—凸凹模 2—凹模 3—圆凸模 4—凹模固定板

47. 硬质合金拉深模结构有何特点？

答：图 7-35 所示为硬质合金拉深模，除 6 为硬质合金制作的凹模外，其余部分与一般拉深模相同。

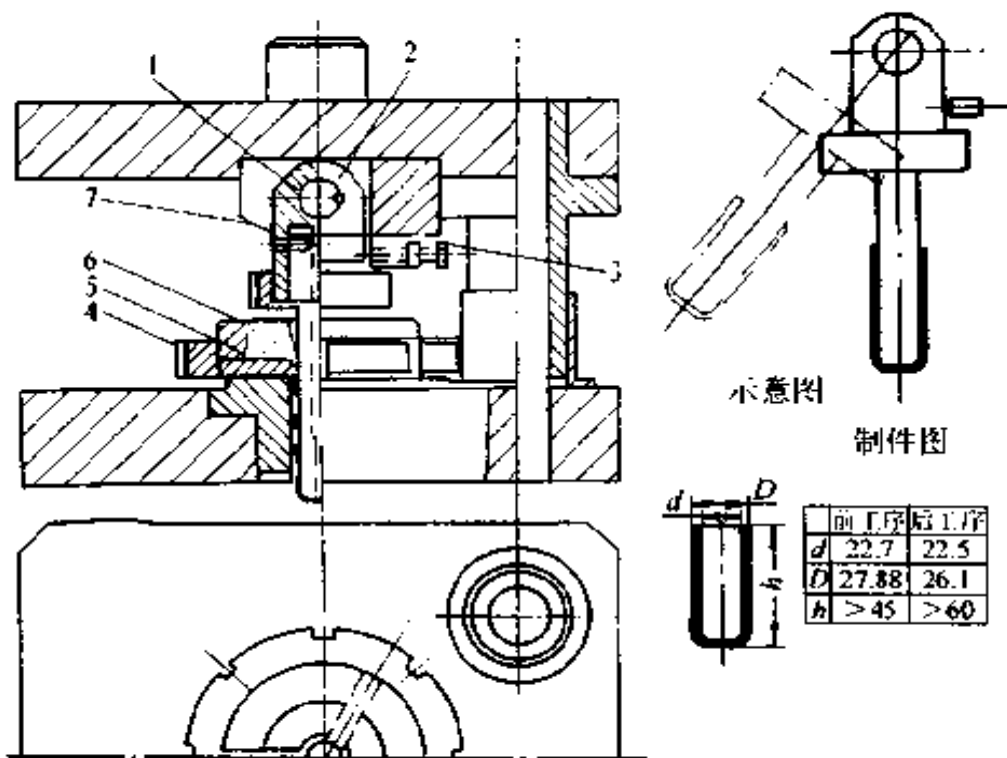


图 7-35 硬质合金拉深模

1—轴 2—摇臂 3—调节螺钉

4—弹簧 5—卸料板 6—凹模 7—凸模

48. 锌合金冲裁模有何特点？

答：锌合金冲裁模的结构形式与普通钢模基本相同。用锌合金可制造冲裁模的凹模及模具的结构件，如凸模固定板、导向板、卸料板等。为了保证制件的精度和模具的使用寿命，工作刃口要保证一定的硬度差，即模具的成形零件凸模或凹模中的一个为锌合金材料，另一个为模具钢材料。在生产中，锌合金主要用来制造凹模。

49. 用锌合金可制作哪些类型的冲裁模？举例说明其结构特点。

答：用锌合金可制成落料模、修边模、剖切模以及冲孔模等，也可制成复合模。

简单落料模结构如图 7-36 所示。落料冲孔复合模结构

如图 7-37 所示。

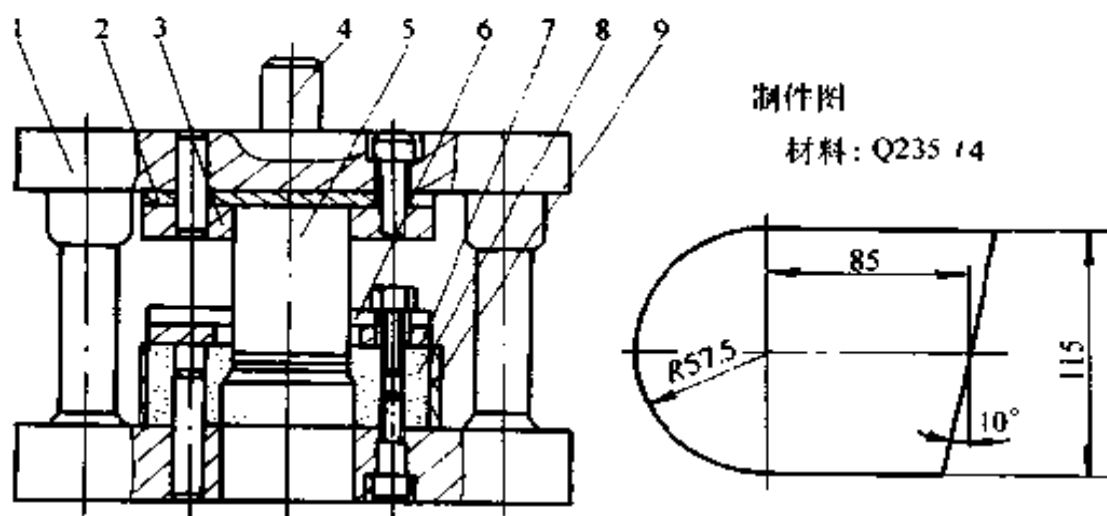


图 7-36 简单落料模

1—模架 2—垫板 3—凸模固定板 4—模柄
5—凸模 6—卸料板 7—导板 8—锌合金凹模 9—凹模框

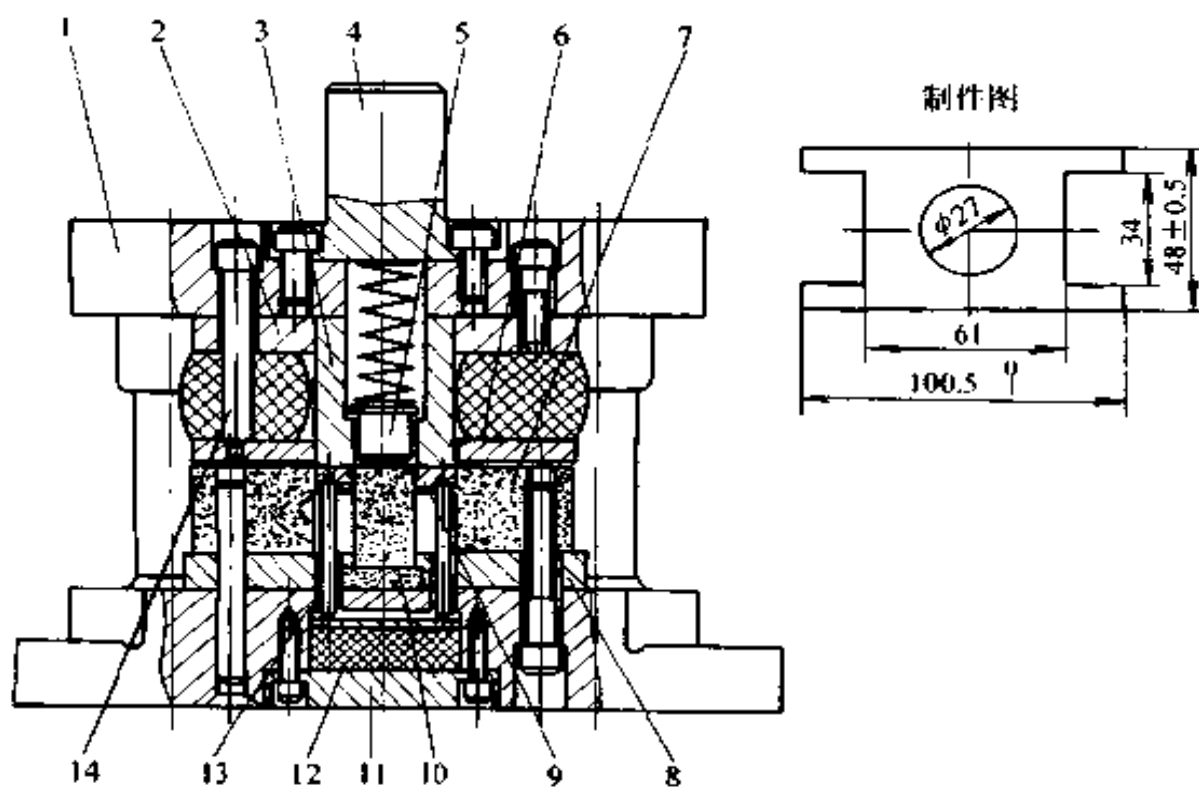


图 7-37 落料冲孔复合模

1—模架 2—凸模固定板 3—凸模 4—模柄
5—退料杆 6—卸料板 7—锌合金凹模 8—凸模固定板 9—顶料板
10—锌合金凸模 11—下盖板 12—顶料托板 13—顶料杆 14—柱头螺钉

50. 锌合金冲裁模凹模结构形式有哪些？

答：锌合金冲裁模凹模的结构形式有三种，如图 7-38 所示，图 7-38a 为整体式，多用于中小件的生产。图 7-38b 为镶拼式，凹模由多块锌合金镶件组成，以便于模具的制造，镶拼形式有两种，即镶块平镶拼在模板上或通过镶块支架立镶在模板上，前一种用于薄板件冲裁，后一种用于较厚板料的冲裁；镶拼式结构主要用于大型修边或落料模，如汽车件冲裁模。图 7-38c 为组合式，凹模分别由锌合金及钢镶件两种材料组合而成，即在模具工作条件要求苛刻的部位采用钢件，或凹模由锌合金和钢件组合而成。

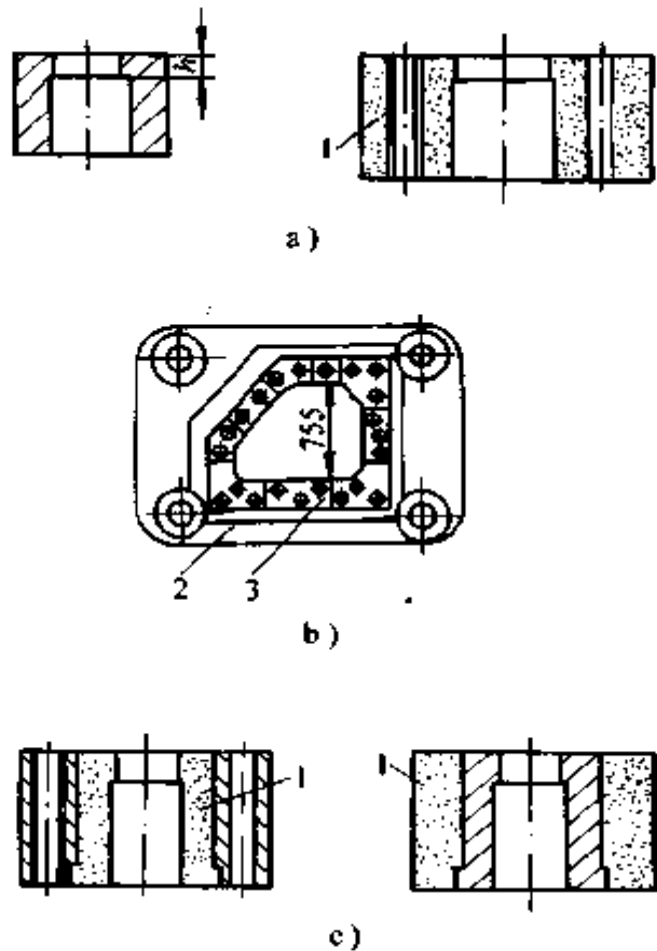


图 7-38 冲裁凹模的结构形式

a) 整体式 b) 镶拼式 c) 组合式

1—锌合金 2—下模座 3—锌合金凹模镶块

51. 锌合金整体式拉深成形模结构有何特点？

答：与冲裁模相比，这类模具在结构方面有较大的区别，它的凸、凹模可以全部由锌合金制成，此外还可以用锌合金制成模板等各类零件。在结构形式方面，整体式模具的上、下模由锌合金材料分别制成一个整体的零件，可使模具零件减少到最少。其结构如图 7-39 所示，主要用于弯曲与

成形。

制件图

材料: Q235 f1

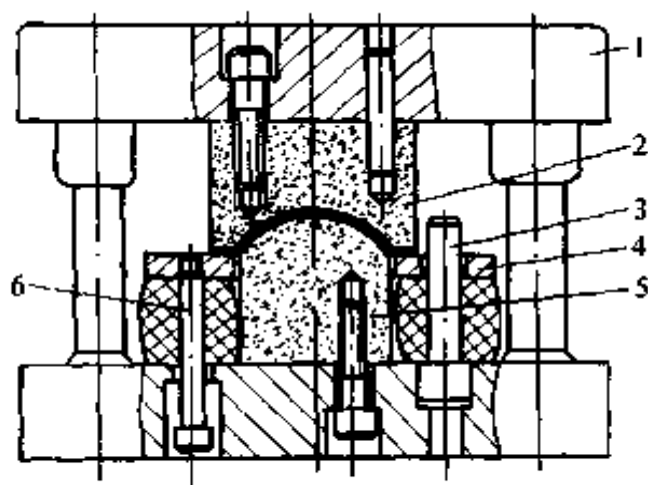
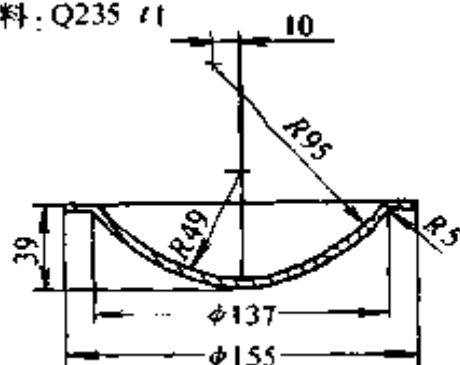


图 7-39 整体式拉深成形模

1—模架 2—锌合金凹模 3—导销

4—压料板 5—锌合金凸模 6—柱头螺钉

52. 钢凸模锌合金凹模拉深模结构有何特点?

答: 模具的凸模和凹模可由锌合金和其它材料共同组成复合材料镶件结构, 如用锌合金做凸模, 而凹模由锡铋合金或环氧树脂塑料制成。也可以由铸铁构成凸模, 而凹模由锌合金制成。在某些情况下, 可由锌合金构成模具凸、凹模主体, 在某些局部凸台、棱缘等尺寸精度要求高的部位镶入钢或填注环氧树脂塑料。用钢做凸模、锌合金做凹模的拉深模结构如图 7-40 所示。

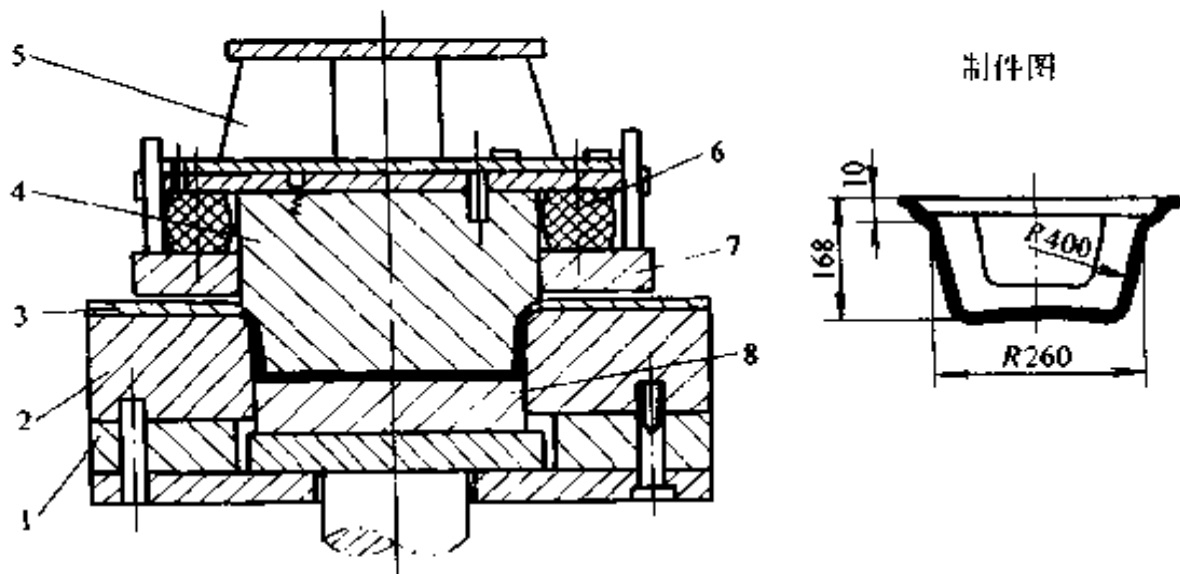


图 7-40 钢凸模锌合金凹模拉深模结构

1—凹模固定板 2—锌合金凹模 3—模口衬板 4—铸铁凸模
5—上模架 6—压边圈橡胶块 7—压边圈 8—锌合金底部成形模（顶件器）

53. 聚氨酯橡胶冲裁模结构有何特点？

答：聚氨酯橡胶冲裁模的结构形式很多，图 7-41 所示是带弹压式卸料板的复合冲模，凸凹模与容框型孔的间隙（单边） $z = 0.5 \sim 1.5\text{mm}$ ，有效压料宽度 $b \geq 12t$ （ t 为料厚），凸台的宽度 $B = b + z$ ，容框口圆角半径 $R = 0.1 \sim 0.2\text{mm}$ 。

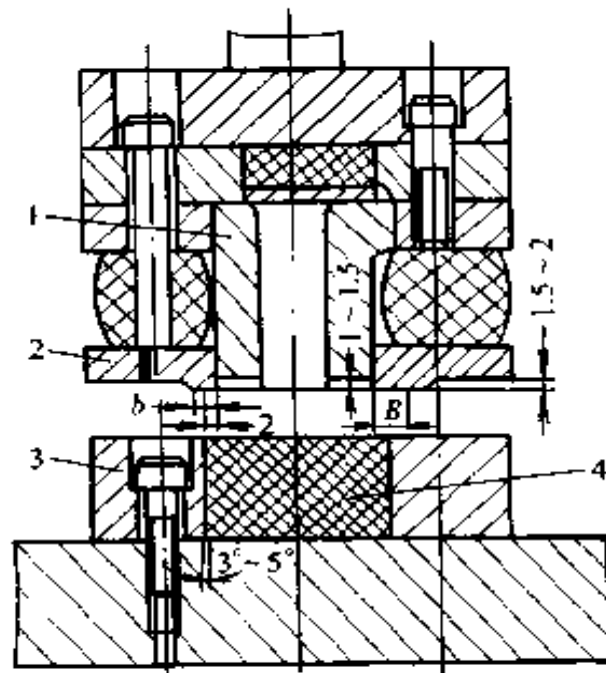


图 7-41 聚氨酯橡胶冲裁模

1—凸凹模 2—卸料板
3—容框 4—聚氨酯橡胶

54. 自行车中接头成形模结构有何特点？

答：聚氨酯橡胶可用于制造对零件的胀形和局部成形的模具。图 7-42 所示自行车中接头成形模即为聚氨酯橡胶成形模。

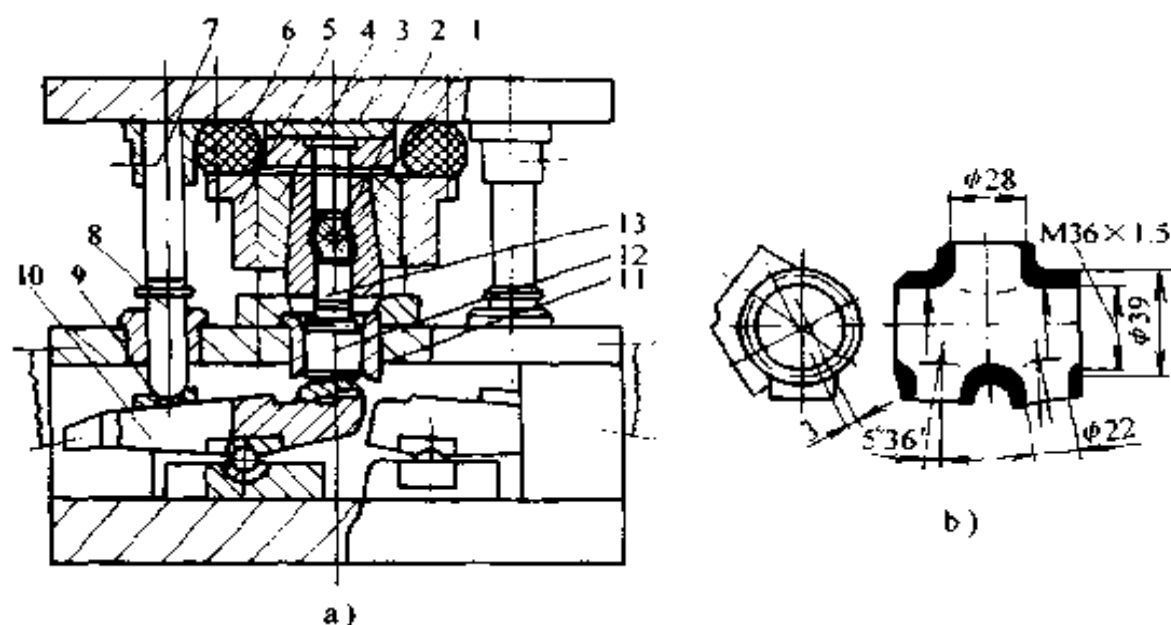


图 7-42 自行车中接头成形模

a) 模具 b) 制件

1—聚氨酯橡胶 2—凹模 3—上凸模 4—内圈 5—外圈 6—橡胶
7—推杆 8—圆销 9、11—支承 10—杠杆 12—承压板 13—下凸模

55. 钢带冲裁模结构有何特点？

答：钢带冲裁模又称钢皮模或钢片模，主要用于冲裁加工。它的冲裁刃口使用淬硬的钢带，并将钢带嵌入木质层压板、低熔点合金或塑料等制成的模板中，通过橡胶件卸料或卸件。这类模具适用于冲裁尺寸精度要求不高而轮廓较大的制件。其优点是：作凸凹模的钢带可以弯制而成，且以层压板或低熔点合金固定刃口，所以制造简单、周期短，成本比普通钢模下降约 80% 左右。产品更换时，旧模具容易改造成新模具，模具元件标准化程度高，设计简单。但这种模具的缺点是，不宜冲制厚度过薄、精度偏高的制件。另外，冲件必须从上方退出，生产效率低。钢带模适用材料应用范围见表 7-10。

表 7-10 钢带冲模的应用范围

材料种类	冲裁厚度 t/mm	模具一次刃磨寿命 n	冲件尺寸/ mm
软钢板	0.35~8.0	钢板	50×50
有色金属板	0.35~8.0	$t=0.5\sim 1.0$ $n=1$ 万次	2500×2500
塑料板	≤ 3.0	$t=1.6\sim 3.2$ $n=0.4$ 万次	
纤维板	≤ 6.0	$t=4.5$ $n=0.1$ 万次	
不锈钢板	0.5~1.7	有色金属板 $n=2$ 万次	

56. 木质层压板钢带模结构有何特点?

答: 如图 7-43 所示是木质层压板钢带冲模, 模具的上、

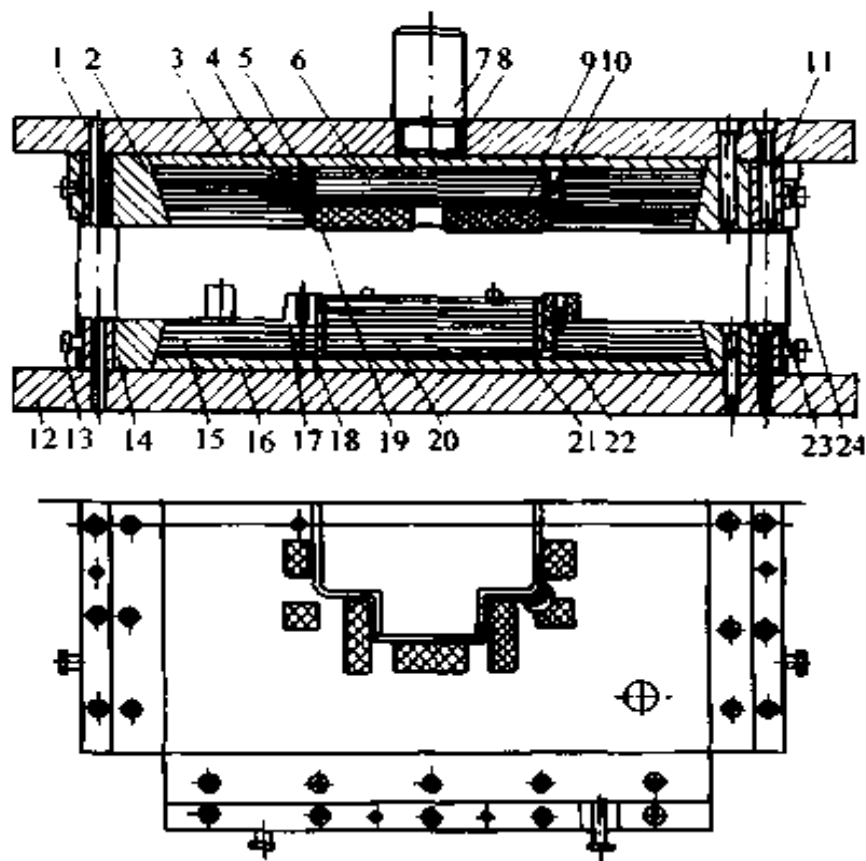


图 7-43 木质层压板钢带模

- 1—上模板 2、14—压板 3—上垫板 4—上-外模板
 5—钢带凹模 6—上-内模板 7—模柄 8—止动螺钉 9—紧固螺钉
 10—低熔点合金 11—挡铁 12—模座 13—调节螺钉 15—下-外模板
 16—下垫板 17—聚氨酯橡胶卸料器 18—挡料销 19—聚氨酯橡胶顶件器
 20—下-内模板 21—导销 22—钢带凹模 23—导柱 24—导套

下模刃口均为钢带。在木质层压板上锯出宽度为钢带厚度的刃槽，将钢带立镶到刃槽内，再固定安装到通用模架上。该类模具的顶料和卸料均采用弹性较大的聚氨酯橡胶。

57. 低熔点合金钢带模结构有何特点？

答：图 7-44 所示是低熔点合金钢带模。这种模具与层压板钢带模结构的区别是用低熔点合金代替木质层压板。制造模具时，先将钢带通过螺钉联接在支撑板上，钢带的位置可通过螺钉调节并固定，然后浇注低熔点合金。合金冷却凝固后，将钢带紧固在模座上。这种模具制造简单、方便，除低熔点合金外，还可用锌合金、环氧树脂塑料代替层压板用于固定钢带。

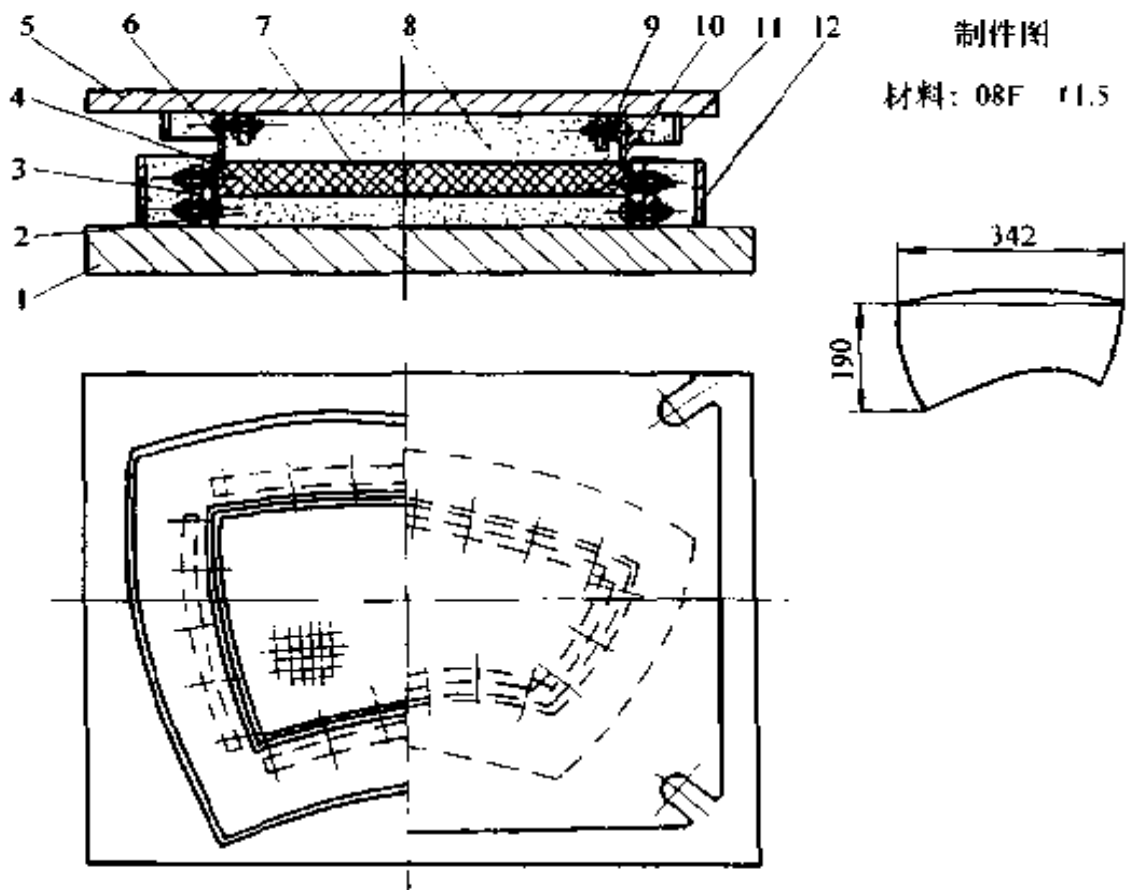


图 7-44 低熔点合金钢带模

- 1—凹模座 2、8—低熔点合金 3、9—钢带支撑板 4—凹模钢带
5—凸模座 6—凸模钢带 7—制件 10—橡胶垫 11、12—容框

58. 半钢模钢带冲模结构有何特点？

答：图 7-45 所示是半钢模钢带冲模，模具的凹模采用钢带层压板结构，凸模则采用普通的钢模结构。因为钢凸模容易加工制造，所以这种模具除用于冲孔外，一般多用于冲孔-落料的复合加工。

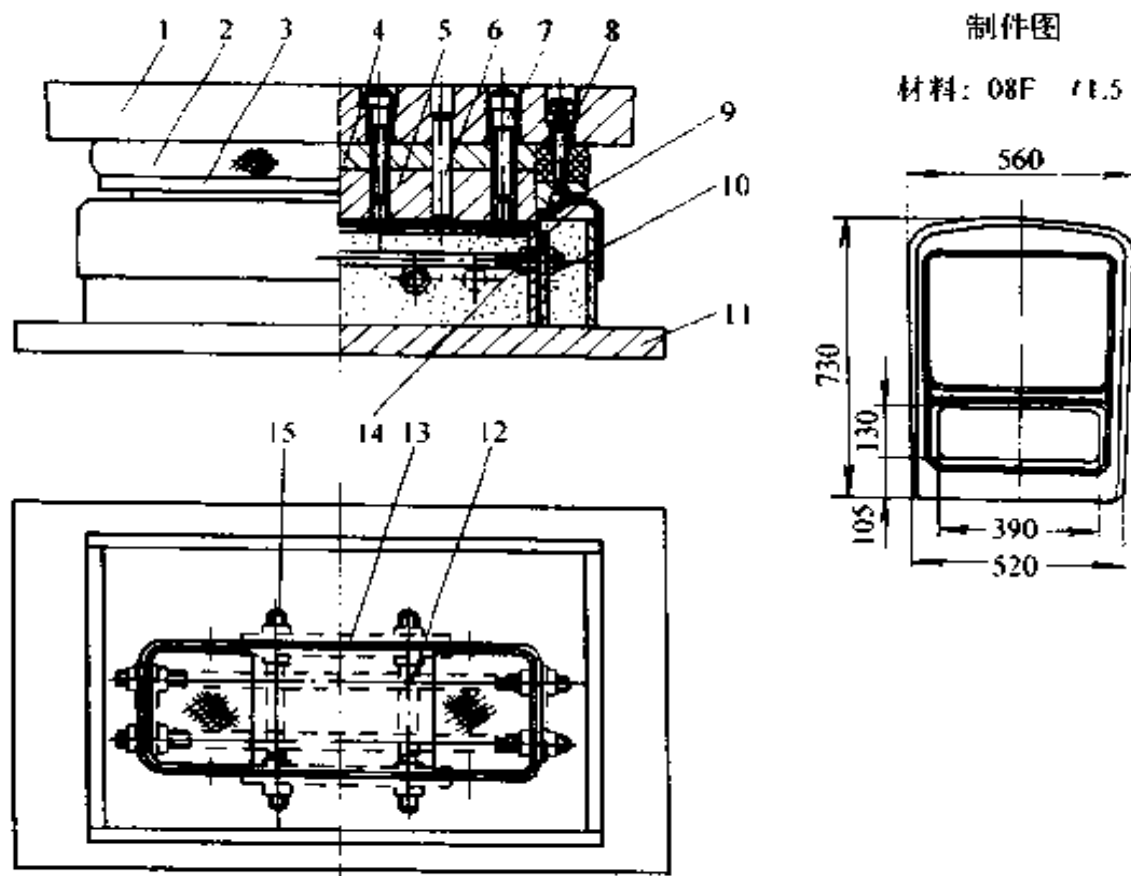


图 7-45 半钢模钢带冲模

- 1—凸模座 2—橡胶 3—退料板 4—垫板 5—凸模镶块
6—定位销 7—内六角螺钉 8—柱头螺钉 9—制件 10—凹模钢带
11—熔箱 12—螺母 13—短夹板 14—长双头螺柱 15—短双头螺柱

59. 叠层钢板冲模结构有何特点？

答：钢板冲模一般适用于冲压中等尺寸、精度要求不高的零件，可冲制有色金属与 10 钢以下的黑色金属。根据凸、

凹模钢板的厚度，可分为叠层薄板冲模和单板式冲模。叠层薄板冲模又称积层薄钢板冲模，它是在模具工作刃口处覆盖一层或多层具有高硬度、高韧性、高耐磨性、其厚度为 0.5~1.2mm 的薄钢板。常用的材料是高硅贝氏体钢板或薄弹簧钢板 (60Si2Mn)。它与钢带冲模的区别是强化刃口的薄钢板可以单片或多片平镶在基模上。

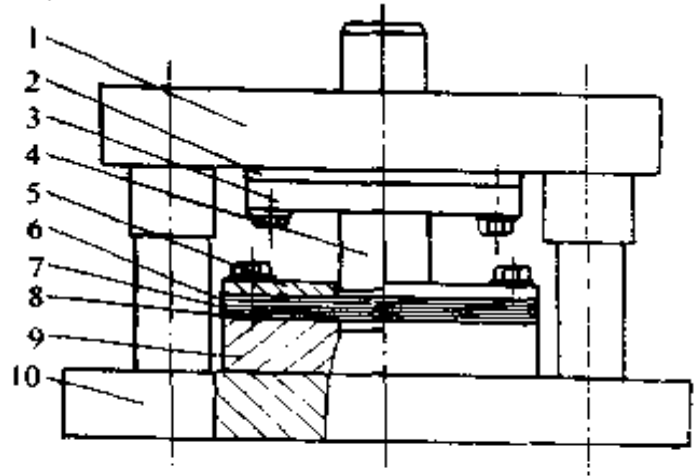


图 7-46 叠层钢板冲模

- 1—上模座 2—垫板 3—凸模固定板
4—凸模 5—卸料板 6、7—凹模钢板
8—垫板 9—凹模 10—下模座

叠层薄钢板冲模的结构如图 7-46 所示，其凸模部分与普通钢模相同，而凹模部分则是由基模和叠层薄钢板刃口组成。

60. 低熔点合金模结构有何特点？

答：低熔点合金模以样件为模型，采用低熔点铋锡合金做为模具材料，在熔箱内一次将模具铸造成型，铸造后型腔不需再经过加工即可用于冲压生产。如果变换制件，该模具不再使用，可在熔箱内快速将合金熔化，另铸其他模具。

低熔点合金模具的结构如图 7-47 所示，主要由熔箱、样件、凸模联接板、凸模座、压边圈及压边圈座等几部分组成。熔箱是熔合金进行铸模的容器，同时又是模具的凹模，在熔箱内有熔合金的加热装置、冷却装置和铸模时调整合金液面的副熔箱装置。

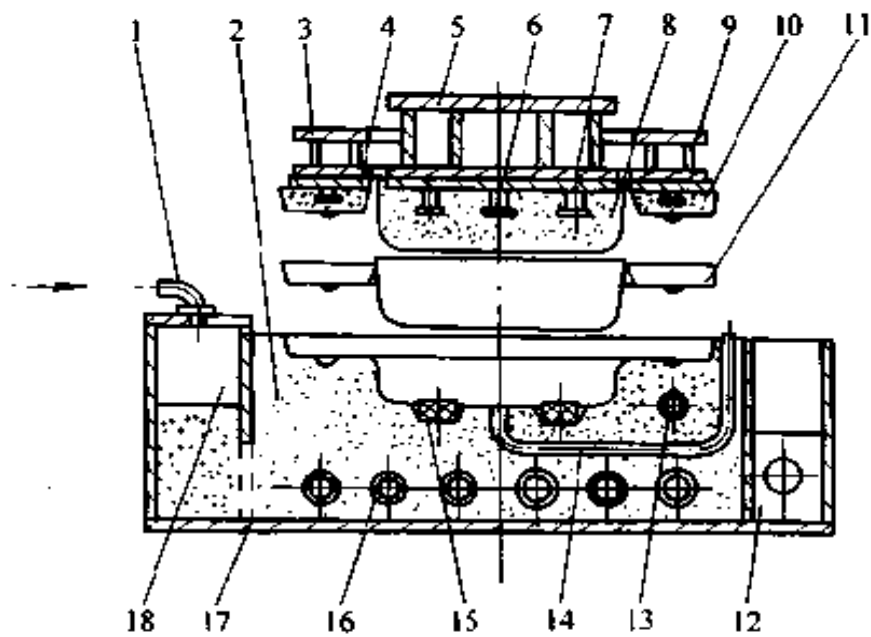


图 7-47 铋锡低熔点合金成形模

- 1—加压进气管 2—合金凹模 3—压边圈框 4—压边圈连接板
 5—凸模架 6—凸模联接板 7—固定合金螺钉 8—合金凸模 9—拉深筋
 10—合金压边圈 11—样件 12—冷却水室 13—测温装置
 14—凹模排气管 15—橡胶顶件器 16—电加热器 17—主熔箱 18—副熔箱

61. 云母片复合冲裁模结构有何特点?

答：云母片的力学性能特点是硬、脆、冲裁面容易产生脱层或裂纹。云母片零件的冲裁在室温下进行，为了保证冲裁质量，可采用小间隙、有压料和顶推装置的普通冲裁模冲裁。模具的结构常用倒装单工序和复合工序的形式。为了防止碎屑挤入凸、凹模与卸料板或推板之间的缝隙，设有气嘴，冲压完成后通入压缩空气将碎屑吹走。云母片冲裁模制造精度要求为 IT6~IT7 级，凸、凹模刃口部分的表面粗糙度 $R_a \leq 0.8 \mu\text{m}$

图 7-48 所示为用于冲裁制作电子管云母片零件的复合冲裁模。

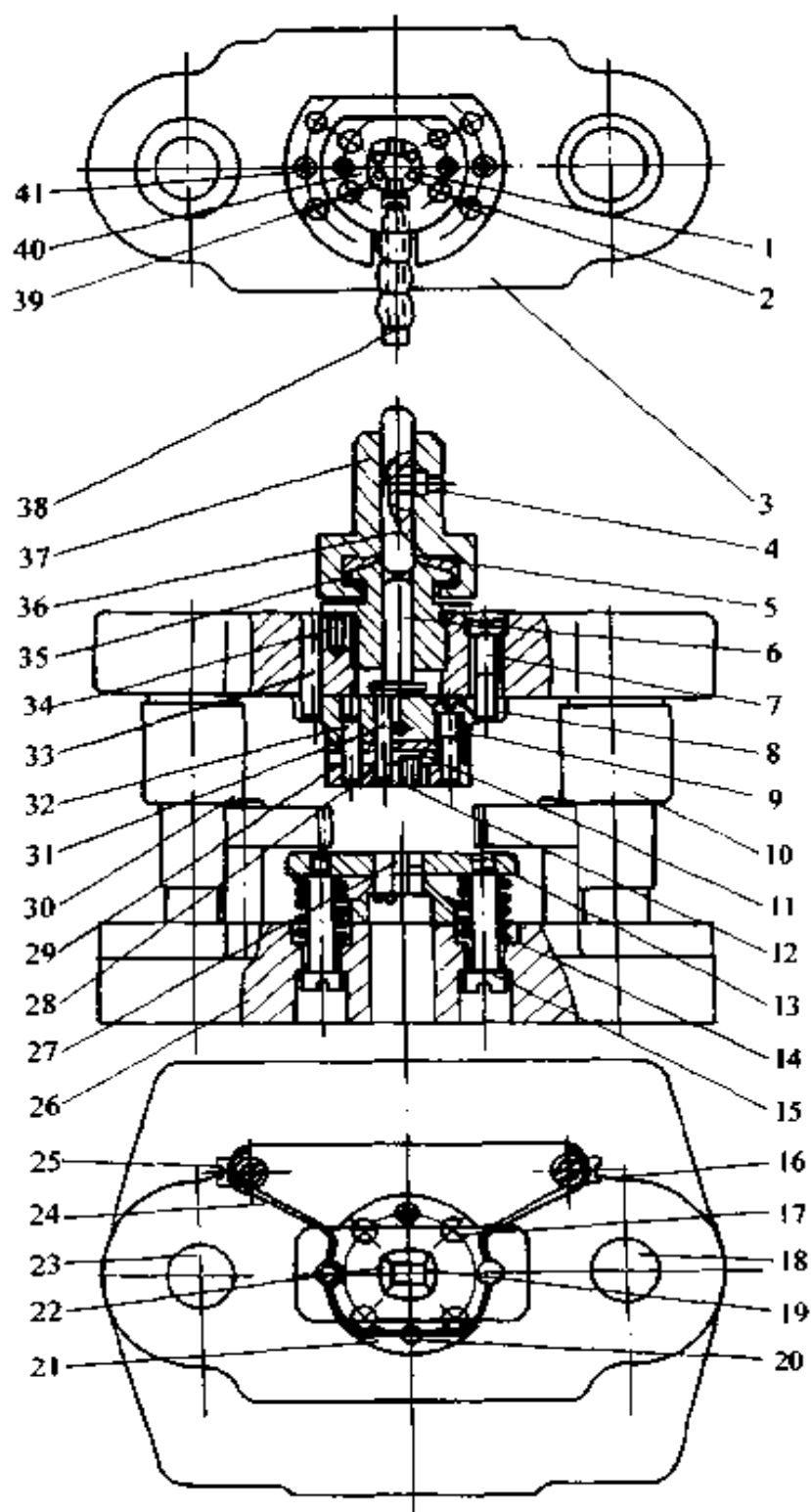


图 7-48 云母片复合冲裁模

- 1、2—凸模 3—上模座 4、8、9、16、17、22、34—螺钉 5—球面垫圈
 6—打杆 7、19、20、33、36—销钉 10、30—导套 11—固定板
 12—推板 13—卸料板 14—弹簧 15—柱头螺钉 18、23—导柱
 21、32—固定架 24—安全板 25—螺柱 26—下模座 27—凸凹模 28—凹模
 29—垫板 31—顶杆 35—球接头 37—模柄 38—气嘴 39—41—凸模

62. 尖刃冲裁模适用于加工哪些材料的零件？其结构特点有哪些？

答：尖刃冲裁模一般适用于纤维性及弹性非金属材料的冲裁加工。

纤维性材料主要指纤维布、毛毡、皮革、石棉板、玻璃纸和纸板等，而弹性材料主要是橡胶和塑料薄膜等。这些材料的制件尺寸要求精度不高，如纸盒、商标、标签及密封垫等。由于这类材料的厚度、硬度或力学性能不同，一般采用不同结构的尖刃冲裁模。

尖刃冲裁模的结构如图 7-49 所示，主要由模柄 1、落料

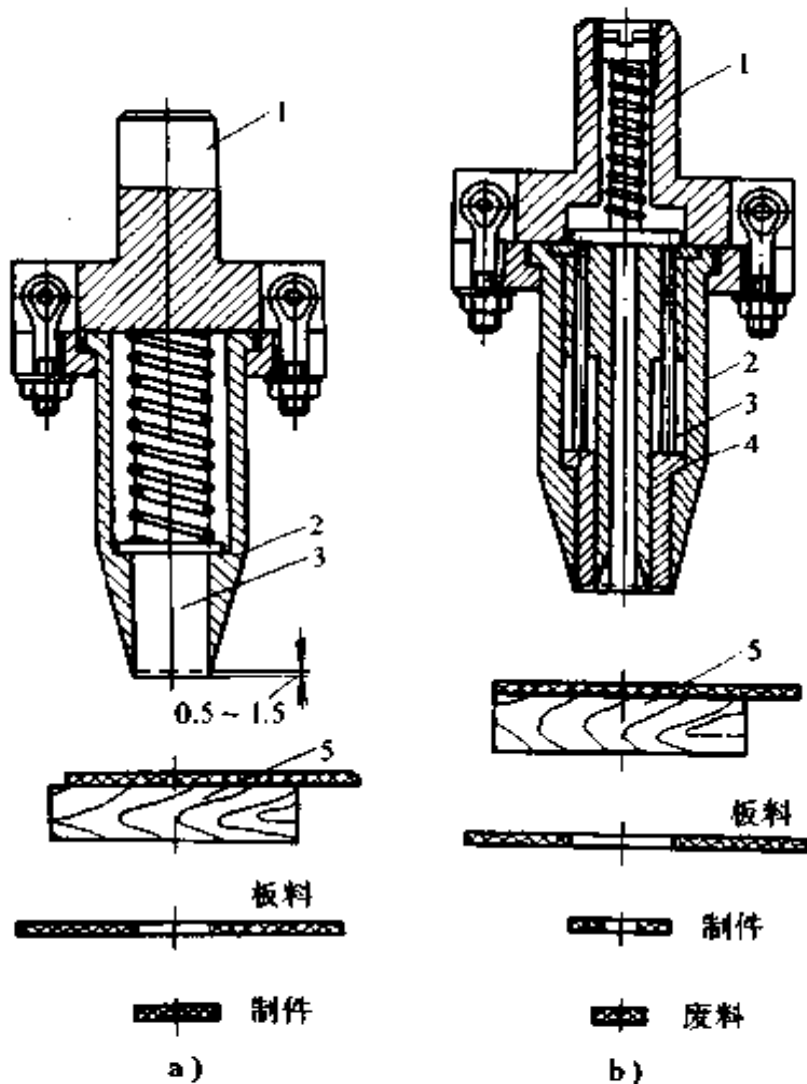


图 7-49 尖刃冲裁模

a) 单工序落料模

b) 复合模

1—模柄

2—落料凹模

3—顶出器

4—冲孔凸模

5—垫板

凹模 2 和冲孔凸模 4、顶出器 3 及联接固定件组成上模；下模只有一件垫板 5；上模通过模柄 1 固定在压力机滑块上的固定孔内，垫板 5 放置或固定在工作台上。

第八章 压 铸 模

1. 什么叫压力铸造？压力铸造的工艺流程是什么？

答：压力铸造是金属液在高压下高速充型，并在压力下凝固成型的铸造方法。

高压（压射比压从几 MPa 至几十 MPa，甚至高达 500MPa）、高速（10~120 m/s）以极短时间（0.01~0.2s）填充铸型是压力铸造与其他铸造方法的根本区别。

压力铸造的工艺流程见图 8-1 所示。

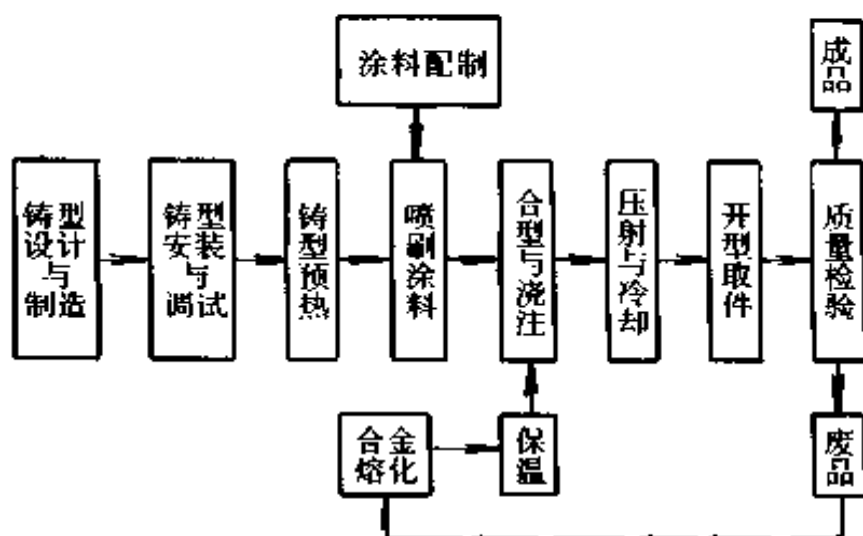


图 8-1 压力铸造工艺流程

2. 不同类型压铸机的应用范围如何确定？

答：压铸机分类见图 1-1。

不同类型压铸机的应用范围见表 8-1。

表 8-1 不同类型压铸机的应用范围

压铸机类型	应用范围
热室压铸机	压铸铅、锡、锌合金及镁合金
卧式冷室压铸机	适用于各种压铸合金
立式冷室压铸机	适用于压铸锌、镁、铝合金
全立式压铸机	主要用于中小型电机转子的压铸，也可压铸各种合金

3. 什么叫压射比压？应如何选择？

答：压射比压 p_b (MPa) 是指压室内金属液单位面积上所受的力，其计算见式 (8-1) 为

$$p_b = \frac{F_y}{A} = \frac{4F_y}{\pi d^2} \quad (8-1)$$

式中 F_y ——压射力 (N)；

A ——压射冲头 (或压室) 截面积 (mm^2)；

d ——压射冲头直径 (或压室内径) (mm)。

压铸时，压射比压根据合金材料、铸件结构尺寸不同进行选择。常用压射比压见表 8-2。

表 8-2 常用压射比压 (MPa)

合金	铸件壁厚 $\leq 3\text{mm}$		铸件壁厚 $> 3\text{mm}$	
	结构简单	结构复杂	结构简单	结构复杂
锌合金	30	50	50	60
铝合金	25	50	45	80
镁合金	30	50	50	80
铜合金	50	70	80	110

4. 压射过程中，作用在金属液上的压力形式及作用有哪些？

答：在压射过程中，作用在金属液上的压力以两种不同形式出现，其作用也不同。

1) 金属液在填充过程中，以流体动压力表示，其作用主要是填充和成型。

2) 金属液填充结束后，以流体静压力表示，其作用是对凝固过程中的金属液进行压实。

5. 压铸时金属液的填充速度如何选择？

答：填充速度是指金属液通过内浇道进入型腔的线速度，亦称内浇道速度，其大小根据压射比压及铸件壁厚选择，见表 8-3。

表 8-3 填充速度

压射比压/MPa	铸件壁厚/mm		
	1~4	4~8	>8
	填充速度/(m/s)		
≤20	56	45	34
>20~40	37.5	30	22.5
>40~60	20.5	15	11.25
>60~80	15	12	9
>80~100	11.25	9	6.75
>100	7.5	6	4.5

6. 压铸时浇注温度与压铸型温度如何选择？

答：浇注温度指金属液自压室进入型腔时的平均温度。各种压铸合金的浇注温度可参照表 8-4 选择。

压铸型温度可参照表 8-5 选择。

表 8-4 各种压铸合金的浇注温度 (°C)

合 金		铸件壁厚≤3mm		铸件壁厚>3mm	
		结构简单	结构复杂	结构简单	结构复杂
锌 合 金		420~440	430~450	410~430	420~440
铝 合 金	含硅	610~650	640~700	590~630	610~650
	含铜	620~650	640~720	600~640	620~650
	含镁	640~680	660~700	620~660	640~680
镁 合 金		640~680	660~700	620~660	640~680
铜合金	普通黄铜	870~920	900~950	850~900	870~920
	硅黄铜	900~940	930~970	880~920	900~940

表 8-5 各种压铸合金的压铸型温度 (°C)

合金	压型温度	铸件壁厚≤3mm		铸件壁厚>3mm	
		结构简单	结构复杂	结构简单	结构复杂
锌合金	预热温度	130~180	150~200	110~140	120~150
	连续工作保持温度	180~200	190~220	140~170	150~200
铝合金	预热温度	150~180	200~230	120~150	150~180
	连续工作保持温度	180~240	250~280	150~180	180~200
镁合金	预热温度	150~180	200~230	120~150	150~180
	连续工作保持温度	180~240	250~280	150~180	180~220
铜合金	预热温度	200~230	230~250	170~200	200~230
	连续工作保持温度	300~325	325~350	250~300	300~350

7. 压铸时常用涂料及适用范围有哪些?

答: 压铸时常用涂料及其适用范围见表 8-6。

表 8-6 压铸用涂料

名称及代号	外观特征	适用范围
胶体石墨 (水基、油基)	灰、黑色	用于铝合金, 防粘型效果好, 用于压射冲头、压室及易咬合处
蜂蜡或石蜡	白色 淡黄色	应用于型腔及浇道部分, 适用于各种压铸合金
DFS-1 (水基) DFY-1 (油基)	乳白或淡 黄色膏状	应用于压射冲头和型腔, 适用于各种压铸合金
RE-1 (水基)	乳白 (略黄) 乳液	用于各种压铸合金, 型腔部分

8. 什么叫真空压铸法？

答：真空压铸是先将压铸型腔内气体抽除，然后再压入金属液的压铸方法。其优点是减少或消除压铸件内部的气孔，提高铸件的力学性能和表面质量，改善镀覆性。采用有效的真空系统如图 8-2 所示，抽气阀门有两个部分，分别镶在动型和定型上，其开合与压铸型完全同步，当压射冲头刚刚推过压室注射孔时，抽气启动开关被打开，开始对压室和型腔抽气，且抽气过程连续进行，直到金属液填充结束。金属液经过压型最后被填充的部位流入抽气阀门内，阀门自动关闭，抽气过程结束。

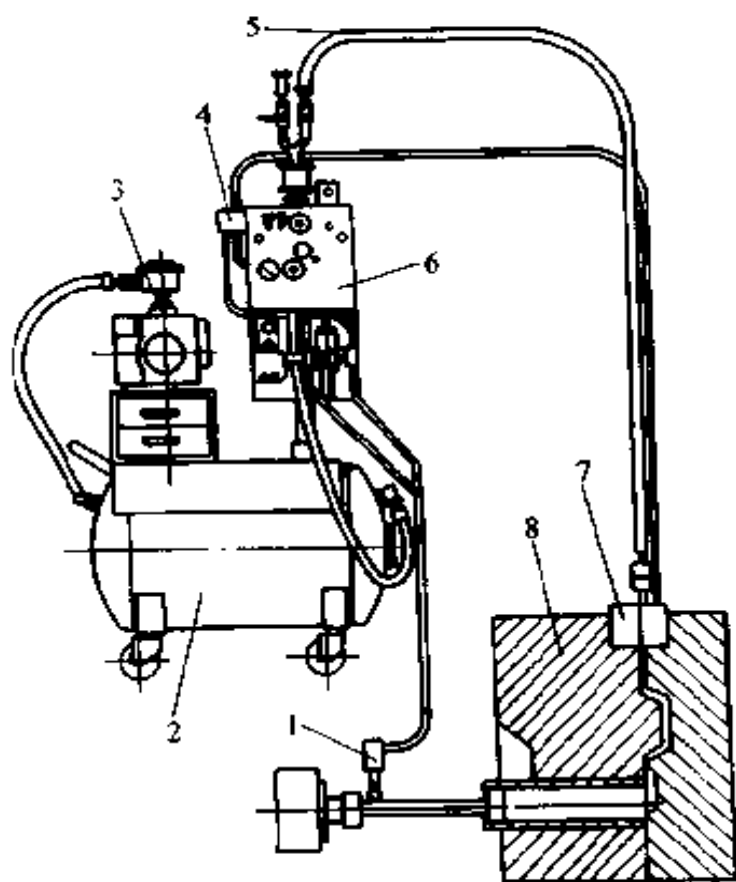


图 8-2 真空系统装置图

- 1—抽气启动开关 2—真空罐 3—真空泵 4—放气、清理、抽气阀门
5—抽气管 6—控制元件 7—抽气阀门 8—压铸型

9. 定向引气充氧压铸的优点是什么？

答：在压铸时，顺着金属液流体填充的方向，以超过填充的速度将气体抽出，使金属液顺利地填充铸型，对有深凹的复杂铸件，并在抽气的同时充氧，该方法可消除铸件气孔和疏松。

10. 双冲头压铸有何特点？

答：双冲头压铸原理如图 8-3 所示，压铸机有两个套在一起的冲头，外冲头为圆筒形，内冲头是圆柱形。在开始压射时，两个冲头同时前进，填充終了，内冲头继续前进，压实正在凝固的金属液。其优点是减少压铸件气孔，特别是缩孔和缩松。

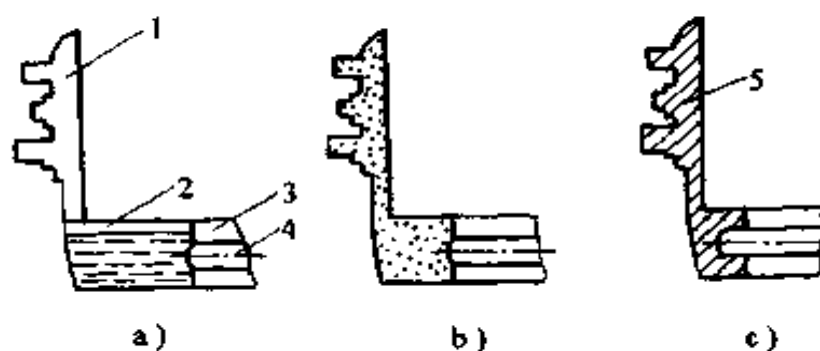


图 8-3 双冲头压铸原理示意图

a) 开始状态 b) 中间状态 c) 冲压状态

1—型腔 2—压室 3—外冲头 4—内冲头 5—铸件

11. 半固态压铸工艺有何特点？

答：半固态压铸是当金属液在凝固时，进行强烈的搅拌，在一定的冷却速度下获得 50% 左右甚至更高的固体组分浆料，并将这种浆料送入压室进行压铸的方法。

半固态压铸包括流变铸造和搅溶铸造。流变铸造是将半固态的金属浆料直接压射到型腔里形成压铸件的方法。搅溶铸造是将半固态浆料预先制成一定大小的锭块，需要时，重

新加热到半固态温度，然后送入压室压入型腔，形成压铸件的方法。半固态压铸的特点是：

- 1) 减少热冲击，可提高压铸型寿命。
- 2) 提高压铸件质量。
- 3) 细化晶粒，改善结晶组织。
- 4) 输送方便。

12. 什么叫挤压铸造？

答：用铸型的一部分直接挤压金属液，使金属在压力作用下成形、凝固的铸造方法称为挤压铸造。其工艺过程如图 8-4 所示。

挤压铸件成形时伴有局部塑性变形，在高压下凝固的铸件晶粒较细，可基本消除铸件内部的疏松和气孔，提高力学性能。铸件尺寸精度较高，表面比较光洁，收缩率较高。但浇注时金属液中的夹杂不易被排除，铸件高度尺寸有时不易控制，铸件上表面易形成冷隔。

挤压铸造法还被应用于制造铝-铁双金属铸件、纤维增强金属基复合材料（如碳纤维-铝复合材料）等。

13. 挤压铸造分类、特点及应用范围有哪些？

答：根据加压作用的不同，挤压铸造法分类、特点、应用范围见表 8-7。

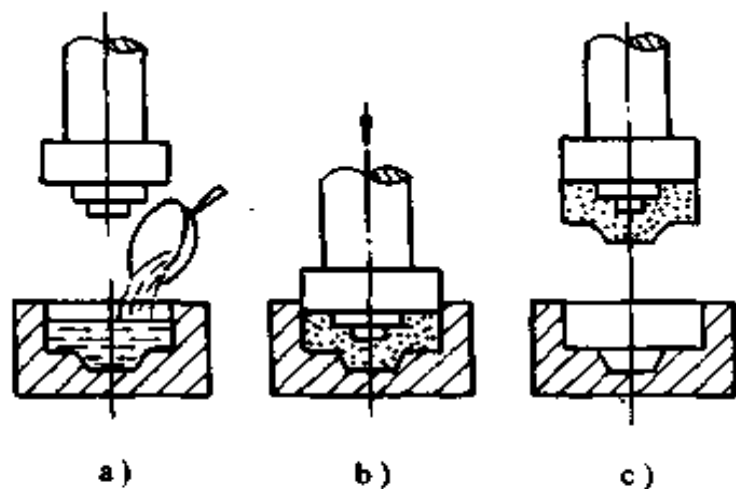
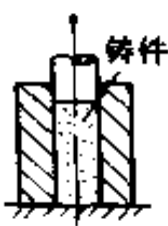
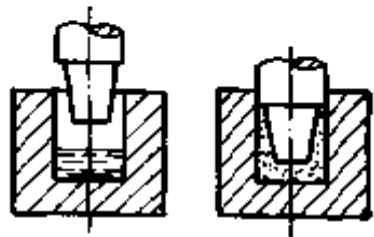
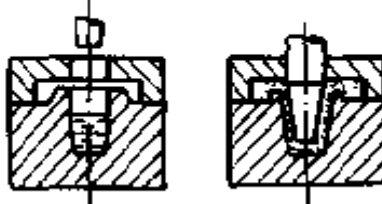
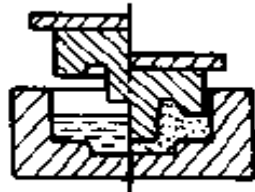



图 8-4 挤压铸造工序过程示意图

a) 浇注 b) 挤压成形 c) 开型

表 8-7 挤压铸造法分类、特点、应用范围

挤压方式	示意图	特点	应用范围
柱塞加压		合型加压时，金属液无充型运动	形状简单的厚壁铸件，如铝合金阀体、铜合金法兰盘、球墨铸铁齿轮毛坯等
直接冲头挤压		合型加压时，金属液有充型运动，充填冲头与凹型组成的型腔中，冲头直接加压在铸件上	壁较薄、形状较复杂的铸件，如汽车活塞、汽车轮盘、铁锅等
间接冲头挤压		在已闭合的型腔中，冲头加压使金属液充填型腔，并通过内浇道将压力传至铸件上。铸件尺寸精度高，加压效果较差	产量较大、形状较复杂或小型铸件
冲头-柱塞挤压		合型加压时，部分金属液充填冲头凹窝腔中，冲头压力直接加在铸件上	厚壁、稍复杂铸件，如法兰盘
型板挤压		型板合拢时，金属液充型，并在低压力下凝固	散热面较大的薄壁铸件

14. 挤压铸造冲头挤压时的最低压力值如何确定？

答：挤压铸造时施加在金属上的压力由几十至 200MPa，在保证铸件质量的前提下应尽量取最低值。冲头

挤压时的最低压力值可参照表 8-8 选择确定。

表 8-8 冲头挤压时的最低压力值 (MPa)

工艺方案		压力		
		大空腔铸件	小空腔铸件	实心铸件
液态金属挤压	薄壁铸件	40	50	60
	厚壁铸件	30	40	50
半固态金属挤压	薄壁铸件	100	90	110~120
	厚壁铸件	80	70	80~100

15. 挤压铸件每毫米壁厚所需保压时间如何确定?

答: 挤压铸造的开始加压时间应尽量早些, 以最大限度地减薄铸件自由结壳。保压时间可按每毫米铸件壁厚进行估算, 见表 8-9。

16. 挤压铸造合金液的浇注温度如何确定?

答: 挤压铸造合金液的浇注温度一般比液相线温度高 50~100℃, 见表 8-10。

表 8-9 挤压铸件每毫米壁厚所需保压时间 (s)

铸件合金	铸件尺寸	直径 < 100mm	壁厚 > 100mm
	铝合金		0.5~1.0
铜合金		1.5	—
钢、铁		0.5	—

表 8-10 挤压铸造时合金浇注温度 (℃)

合金牌号	浇注温度	合金牌号	浇注温度
铸铝合金 (ZL101、ZL102、ZL103、ZL104、ZL105、ZL301)	640~720	ZCuSn10Pb、 ZCuSn6Pb6Zn3	1050~1130
		ZCuAl9Mn2、 ZCuAl9Mn4	1100~1150

(续)

合金牌号	浇注温度	合金牌号	浇注温度
铸铝合金 (ZL203) 铝合金 (LC4、LY12、LD11、LD8、LD2)	680~720	ZCuSn10Zn2、 ZCuSn5Pb5Zn5	1100~1175
		ZCuZn38Mn2Pb2、57-3-1 锰黄铜	920~1000
铸铝合金 (ZL501)	600~620	ZCuZn40Pb2	960~1000
铝镁合金 (ZM-5)	580~650	ZCuZn16Si4	980~1030

17. 挤压铸型的预热温度和工作温度如何确定?

答: 挤压铸型的预热温度和工作温度可参照表 8-11 选择确定。

表 8-11 挤压铸型预热温度和工作温度 (°C)

铸件合金	预热温度	工作温度
铝合金	150~200	200~300
铜合金	175~250	200~350
钢、铁	150~200	200~400

18. 压铸模与压铸机有哪些对应关系?

答: 压铸模与压铸机的对应关系如下:

- 1) 压铸机应具有保证正常生产所需足够的锁模力、开模力和推出力。
- 2) 压铸机应具有确保铸件成形和达到致密性要求所需的比压。
- 3) 冷压式压铸机压室应能容纳每次压铸所需的金属液。
- 4) 模具的大小、厚度、开模距离等都应与压铸机适应, 以保证模具的安装和开模取件。
- 5) 模具定位孔直径、浇道直径、推出杆孔位置等均应

与压铸机适应。

19. 锁模力如何计算?

答：压铸时，为保证铸件尺寸精度和内部质量，并防止金属飞溅，必须锁紧模具分型面。应按模具计算锁模力，选用压铸机。锁模力的计算公式为：

$$F_s \geq K (F_f + F_{f\alpha}) \quad (8-2)$$

$$F_f = p \sum A$$

$$p = \frac{4F_y}{\pi D_y^2}$$

$$F_{f\alpha} = p \sum A_1 \tan \alpha$$

式中 F_s ——所需压铸机锁模力 (N)；

K ——系数，一般取 1~1.3，壁薄复杂件取大值；

F_f ——压铸时的反压力 (N)；

$F_{f\alpha}$ ——有横抽芯时作用于滑块楔紧面上的法向反压力 (见图 8-5) (N)；

p ——压铸机压射比压 (表 8-2) (MPa)；

$\sum A$ ——铸件、浇注系统、余料、溢流槽在分型面上投影面积的总和 (mm^2)；

F_y ——压铸机压射力 (N)；

D_y ——压室直径 (mm)；

$\sum A_1$ ——活动型芯成形端面投影面积总和 (mm^2)；

α ——楔紧块的楔紧角 (见图 8-5)。

20. 压铸机压室容量应如何进行计算?

答：通常压铸机有几个不同直径的压室可供选用，当压铸机初步选定后，确定压室直径时用下式计算：

$$G_y > \sum G = \sum V \rho / 1000$$

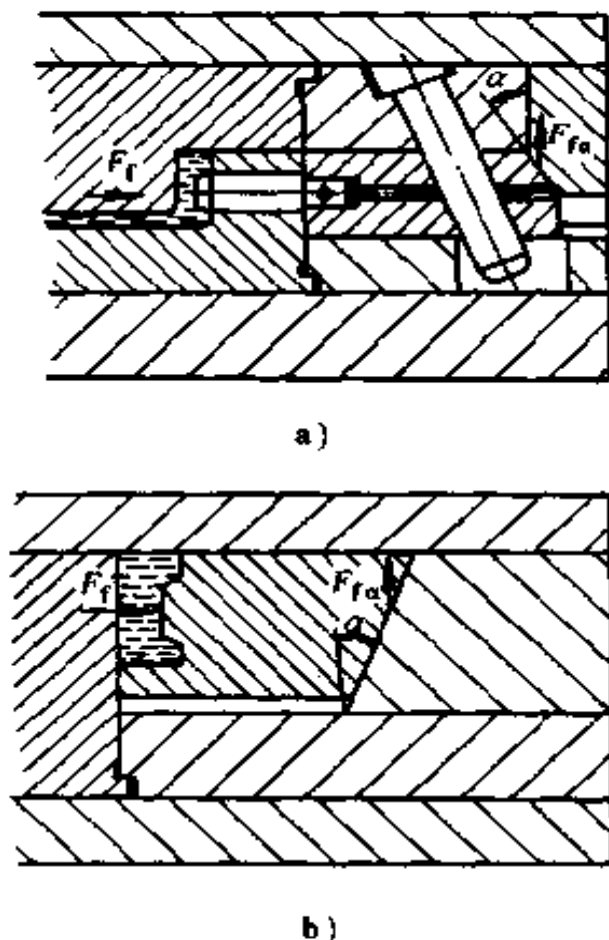


图 8-5 滑块楔紧面上的法向反压力 F_{fn}

a) 斜销抽芯 b) 滑块抽芯

式中 G_y ——压室额定容量的金属液质量 (kg);
 ΣG ——每次浇注的金属液总质量 (kg);
 ΣV ——每次浇注的金属液总体积, 即铸件、浇注系统、余料、溢流槽等体积的总和 (cm^3);
 ρ ——合金的密度 (g/cm^3)。锌合金为 6.3~6.7, 铝合金为 2.6~2.7, 镁合金为 1.7~1.8, 铜合金为 8.3~8.5。

21. 模具合模及开模距离应如何校核?

答: 模具的设计应适应所选用压铸机的最小合模距离 S_{\min} 和最大开模距离 S_{\max} (见图 8-6)。为保证安装及紧密合

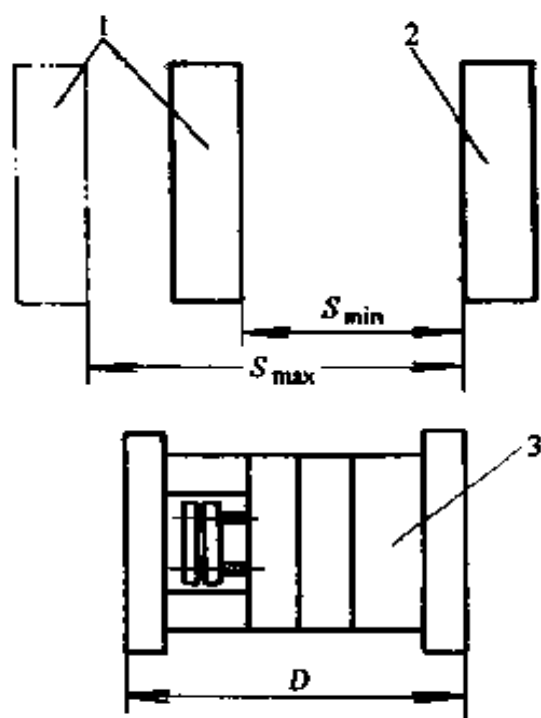


图 8-6 最小合模距离和最大开模距离

1—压铸机活动工作台 2—压铸机固定工作台 3—模具

模，模具厚度应符合下式：

$$S_{\min} + K \leq D \leq S_{\max} - K$$

式中 D ——模具厚度。如若使用通用模座，应包括通用模座厚度 (mm)；

K ——安全值，一般取 10mm。

为保证开模后能顺利取出铸件，用下式校核最大开模距离与模具厚度 (见图 8-7)：

$$S_K < S_{\max} - (D_1 + D_2)$$

式中 S_K ——取出铸件 (包括浇注系统余料) 所需最小距离 (mm)；

D_1 、 D_2 ——动模、定模厚度 (mm)。

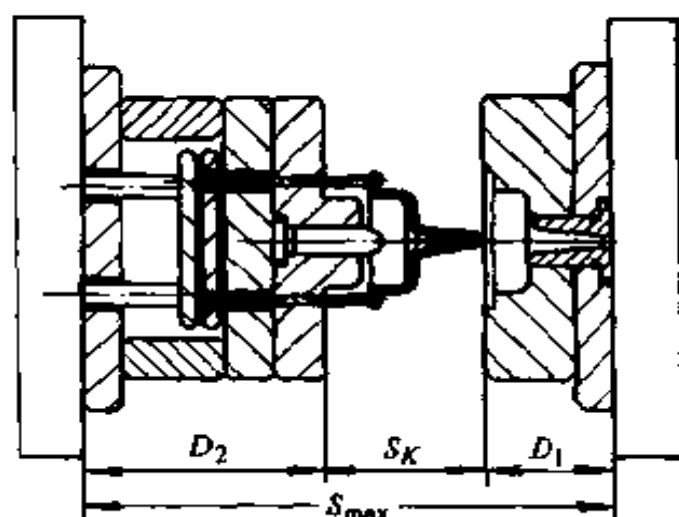


图 8-7 开模取出铸件的距离

22. 什么叫压铸模分型面?

答：压铸件要从模具内取出，以及为了安放嵌件、取出浇口，将模具适当的分成两个或若干个可分离部分，这两个或若干个可分离部分的接触面称为分型面。

分型面的设置根据铸件的具体形状而定，图 8-8 所示为

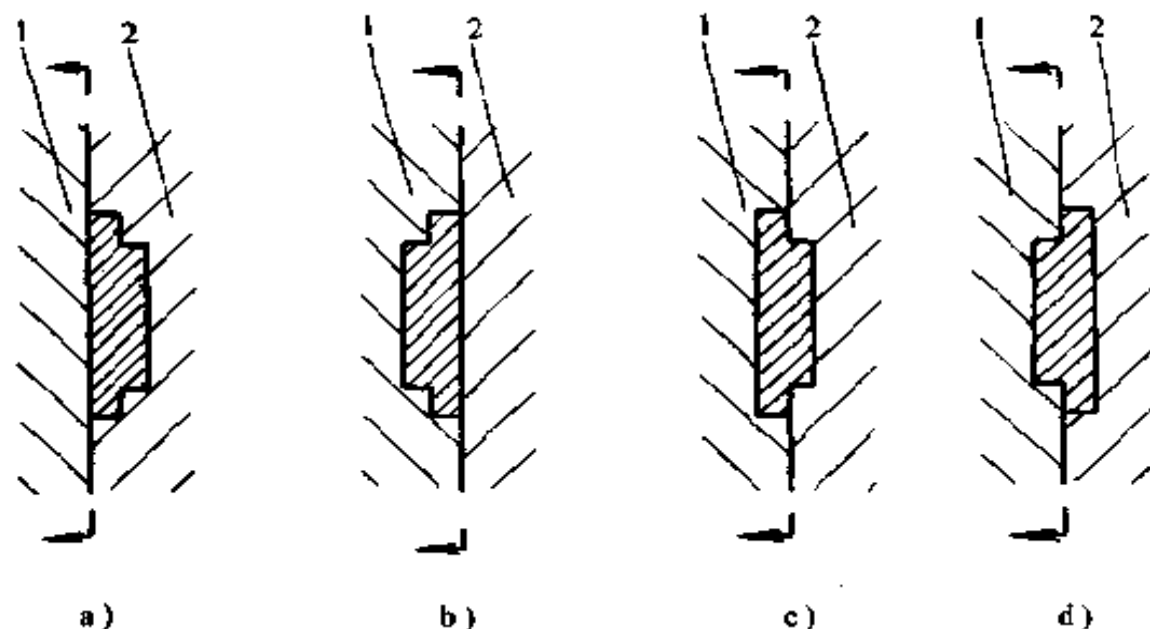


图 8-8 分型面的设置

a) 型腔在定模内 b) 型腔在动模内 c)、d) 动、定模中均有型腔
1—动模 2—定模

不同分型面的设置。

23. 压铸模分型面的类型有哪些？

答：如图 8-9 所示为各种类型的分型面。

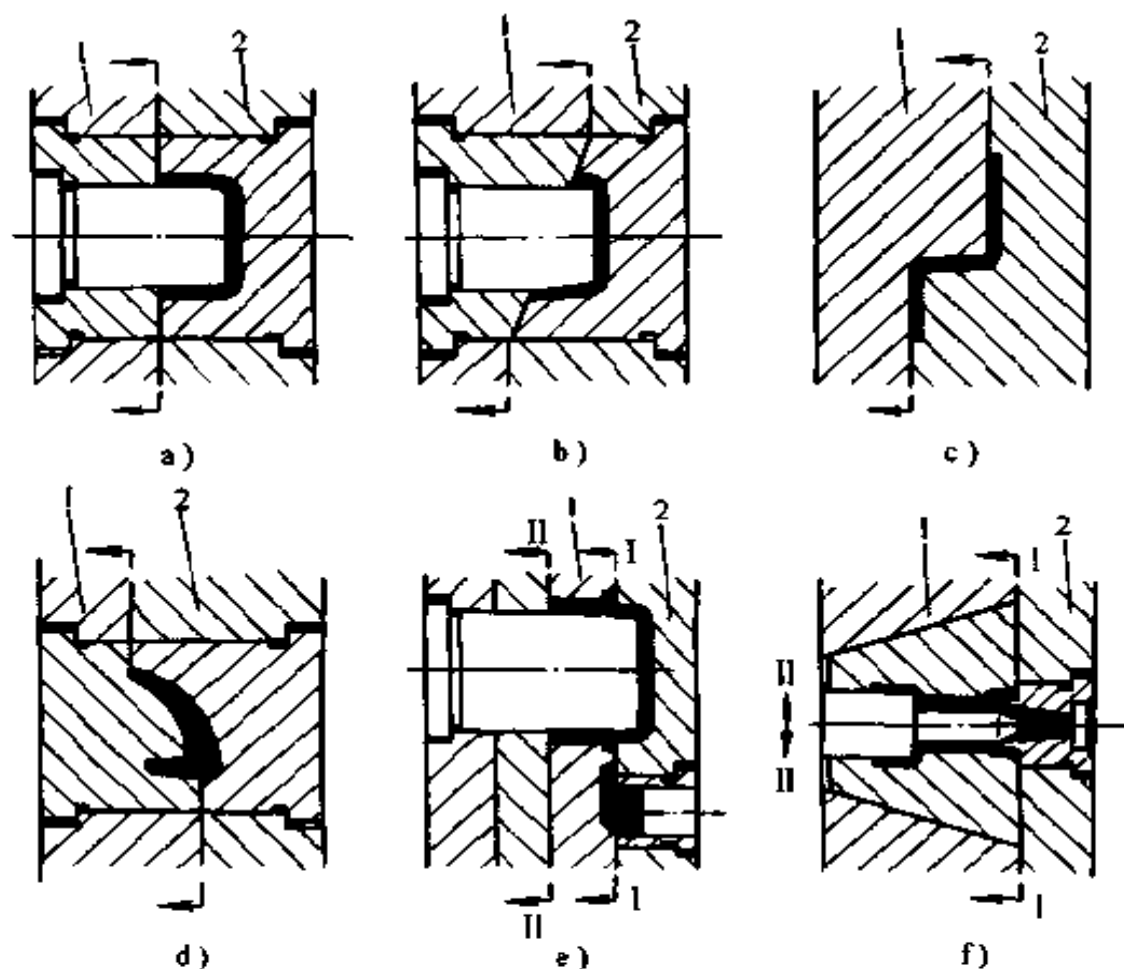


图 8-9 分型面类型

1—动模 2—定模

其中，图 a 的分型面为一平面，图 b 为一斜面，图 c 为阶梯形，图 d 为曲面，图 e 有两个垂直分型面，图 f 有一个水平分型面和一个垂直分型面。

24. 分型面对压铸工艺产生哪些影响？

答：分型面一经确定，将对压铸工艺下列方面产生很大影响：

1) 确定了动、定模所包含的成形部分,从而明确了因分型面而产生在铸件上的痕迹位置,确定了铸件上拔模斜度方向、采用推杆或推管时所产生的痕迹位置。

2) 浇道的布置、内浇道位置和导流方式。

3) 排溢系统的布置、排气条件的好坏、铸件推出所采用的方式。

4) 铸件的外观质量和修整方式。

5) 很大程度上决定了模具的大致结构。

6) 对生产中如何清理模具、能否正常生产以及模具寿命有较大影响。

25. 分型面选择要点有哪些?

答:选择分型面应综合考虑各个方面,注意下列要点:

1) 开模时,铸件应能脱出定模,随动模移动。

2) 应有利于保证铸件精度(见图 8-10b)。

3) 分型面尽量设在金属液流动的末端,以保证良好的溢流和排气条件(见图 8-11b)。

4) 应有利于铸件取出,一般选在铸件外形轮廓最大断面处。

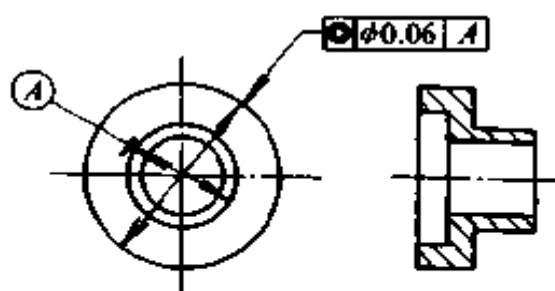
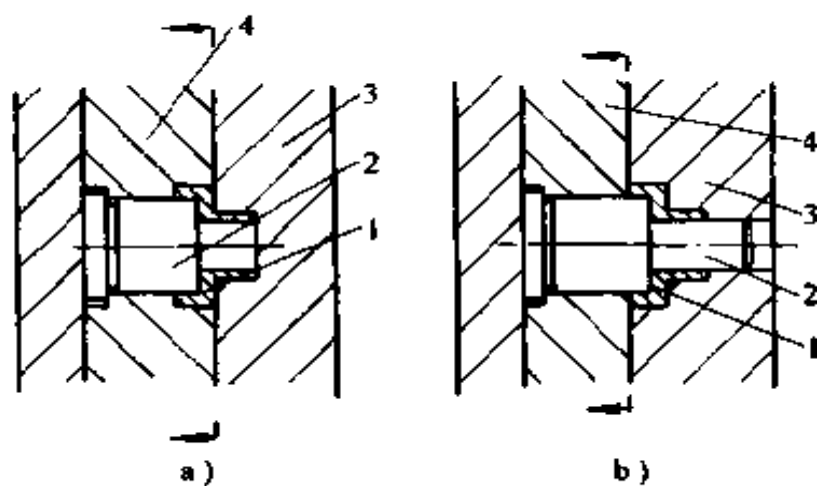
5) 尽量采用平直分型面,简化模具制造。

6) 尽量选择铸件需加工的面作为分型面。

7) 尽量避免或减少使用横抽芯机构。

8) 根据铸件材料选用不同的分型面,如图 8-12 所示细长管状铸件, I-I 分型面适用于锌合金压铸, II-II 分型面则适用于铜合金或铝合金。

9) 根据铸件外观要求,不允许留有分型面痕迹和推杆痕迹的平面不作分型面。并应考虑脱模斜度对外观和使用的影响,毛刺产生的方向以及去毛刺后对外观的影响等。



铸件图

图 8-10 按精度要求选分型面

1—铸件 2—型芯 3—定模 4—动模

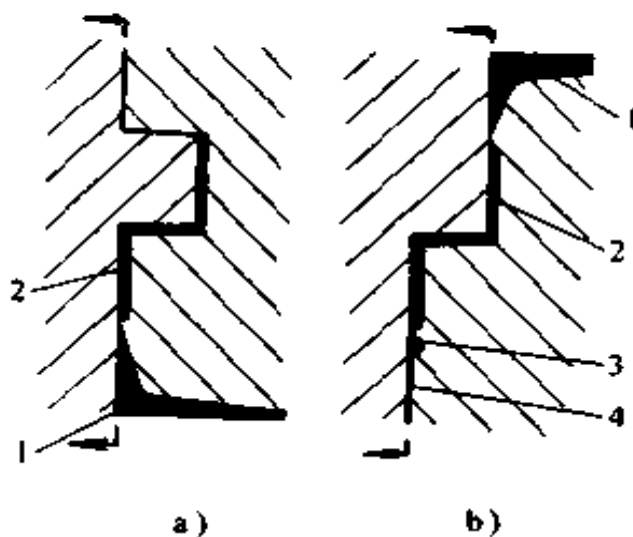


图 8-11 按溢流和排气要求选分型面

1—浇道 2—铸件 3—溢流槽 4—排气槽

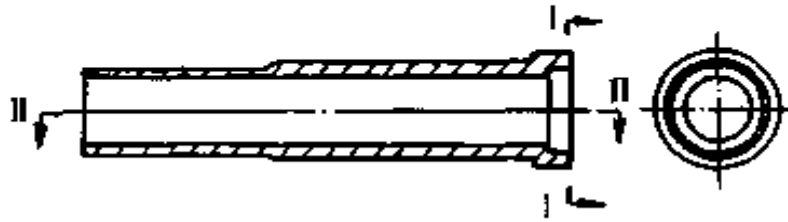


图 8-12 不同材料选用不同分型面

26. 什么叫浇注系统？其作用是什么？

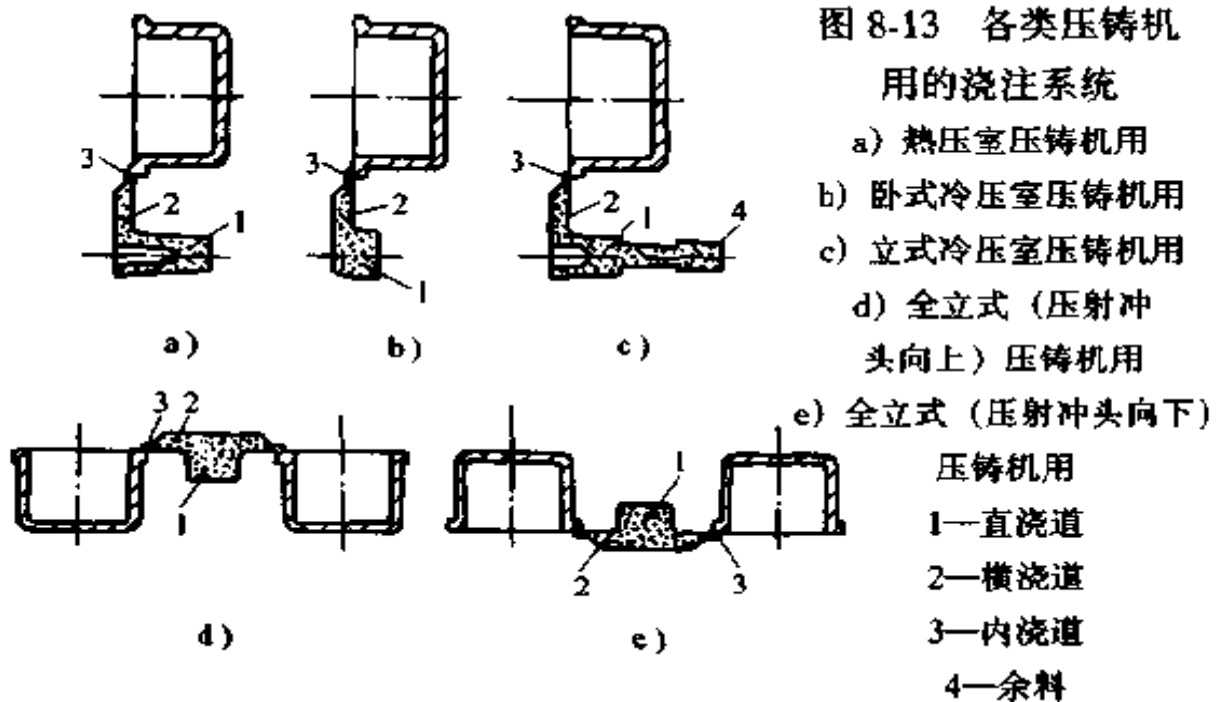
答：压铸过程中，金属液在压力作用下填充进入模具型腔的通道称为浇注系统。

浇注系统对金属液进入型腔的流动方向、排气条件、压力传递、流速、填充时间等起着重要的调节和控制作用，是决定铸件质量的十分重要的因素。

27. 浇注系统由哪几部分组成？各类压铸机通常采用的浇注系统形式有哪些？

答：浇注系统主要由直浇道、横浇道、内浇道组成。

各类压铸机通常采用的浇注系统的形式如图 8-13 所示。



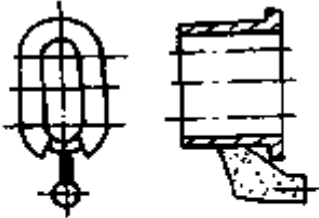
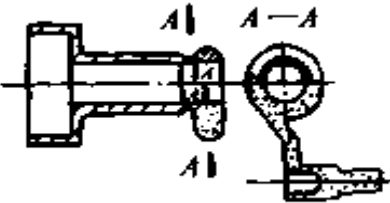
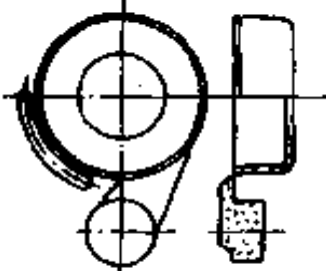
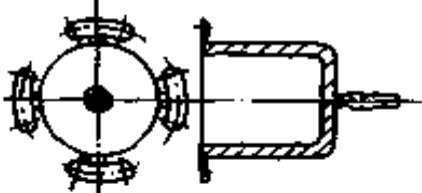
28. 常见浇注系统的形式及特点有哪些？

答：浇注系统的形式应根据不同的铸件要求和选用的压铸机所确定。主要形式及特点见表 8-12。

表 8-12 浇注系统形式及特点

形式	简图	特点
侧浇口		<p>一般设在外侧面，铸件内孔有足够位置时可布置在内侧。应用最广、适应性强；除浇口方便，单型腔、多型腔模具均适用</p>
中心浇口		<p>铸件中心处有足够大的孔时，浇口设置在通孔上，同时设置分流锥 应用较广，金属液流程短，分型面上投影面积小，模具结构紧凑，便于排气和热平衡。适用于单型腔模具</p>
顶浇口		<p>直接在铸件顶部开设浇口，不设分流锥 金属液流程短，分型面上投影面积小，模具结构紧凑，便于排气和热平衡 金属液直接冲击型芯，该部位易产生开裂和加速损耗，铸件有时会产生变形、缩凹，除浇口较困难</p>

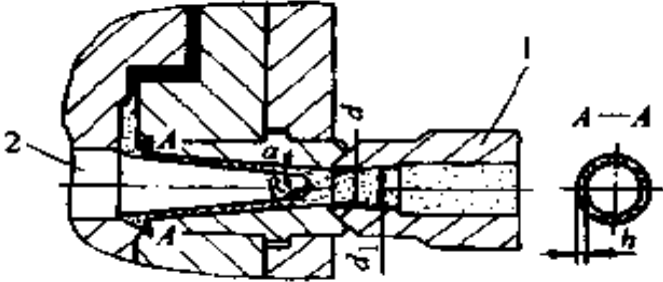
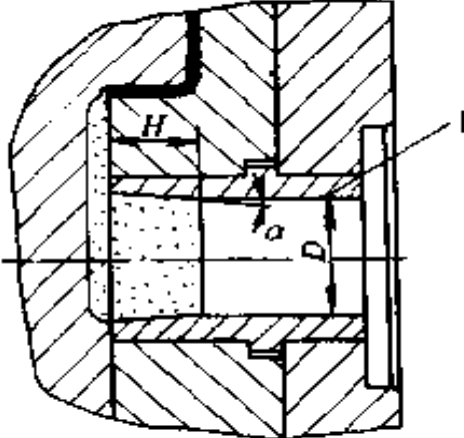
(续)

形式	简图	特点
縫隙浇口		<p>内浇道设在型腔深处，呈长条缝隙状，金属液能顺序充填，使深腔的排气条件改善</p> <p>增加了模具制造复杂程度，除浇口较困难</p>
环形浇口		<p>一般用于圆筒形铸件的模具。金属液流动顺畅、平稳，避免了正面冲击型芯，排气条件良好，铸件的表面和内部质量好，模具使用寿命长</p> <p>模具制造增加了些困难，增加了浇注系统金属消耗量、去除浇口困难</p>
切线浇口		<p>一般用于环形铸件，多用于中小件，避免了金属液正面冲击型芯，减少了流动阻力，易于充填</p>
点浇口		<p>浇口设在铸件端面，浇口呈点状（直径为 3mm 左右），常用于外形对称的薄壁铸件。金属液流程短且均匀，压铸机受力均衡，但压力损失较大。浇口正对面型芯易产生粘模现象和过早出现冲蚀，模具结构较复杂</p>

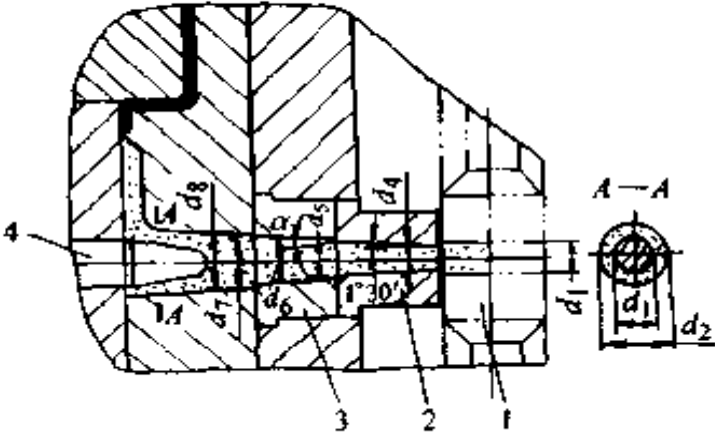
29. 各类压铸机用模具的直浇道设计形式有哪些?

答: 各类压铸机用模具的直浇道设计形式见表 8-13。

表 8-13 各类压铸机用模具的直浇道设计

使用压铸机类型	直浇道简图	设计数据
热压室压铸机	 <p>1—压铸机喷嘴 2—模具分流锥</p>	<p>直浇道环形断面壁厚:</p> <p>小铸件取 $h = 2 \sim 3 \text{mm}$</p> <p>中铸件取 $h = 3 \sim 5 \text{mm}$</p> <p>$\alpha = 2^\circ \sim 6^\circ$</p> <p>分流锥顶部 $R = 2 \sim 5 \text{mm}$</p> <p>$d = d_1 - 1 \text{mm}$</p>
卧式冷压室压铸机	 <p>1—模具浇口套</p>	<p>D 根据所选用压铸机的压室直径确定</p> <p>$H = (1/2 \sim 1/3)D$</p> <p>$\alpha = 1^\circ 30' \sim 2^\circ$</p>

(续)

使用压铸机类型	直浇道简图	设计数据
立式冷压室压铸机	 <p data-bbox="470 1030 973 1131">1—压铸机冲头 2—压铸机喷嘴 3—模具浇口套 4—模具分流锥</p>	<p data-bbox="1125 616 1412 761">直浇道由压铸机上的喷嘴和模具上的浇口套组成</p> <p data-bbox="1125 772 1412 1097">分流锥处环形通道的截面积一般为喷嘴导入口直径的1.2倍左右。分流锥底部直径d_3一般可按下式计算</p> $d_3 = \sqrt{d_2^2 - (1.1-1.3)d_1^2}$ <p data-bbox="1125 1232 1412 1276">(mm)</p> $(d_2 - d_3)/2 \geq 3$ <p data-bbox="1125 1344 1412 1388">(mm)</p> $d_4 = d_1 - 1(\text{mm})$ $d_6 = d_5 + 1(\text{mm})$ $d_8 = d_7 + 1(\text{mm})$

30. 常见的横浇道形式有哪些?

答:横浇道形式往往取决于铸件的形状与大小、模具中型腔分布状态以及内浇道的位置、形状等。图 8-14 所示为通常采用的形式。

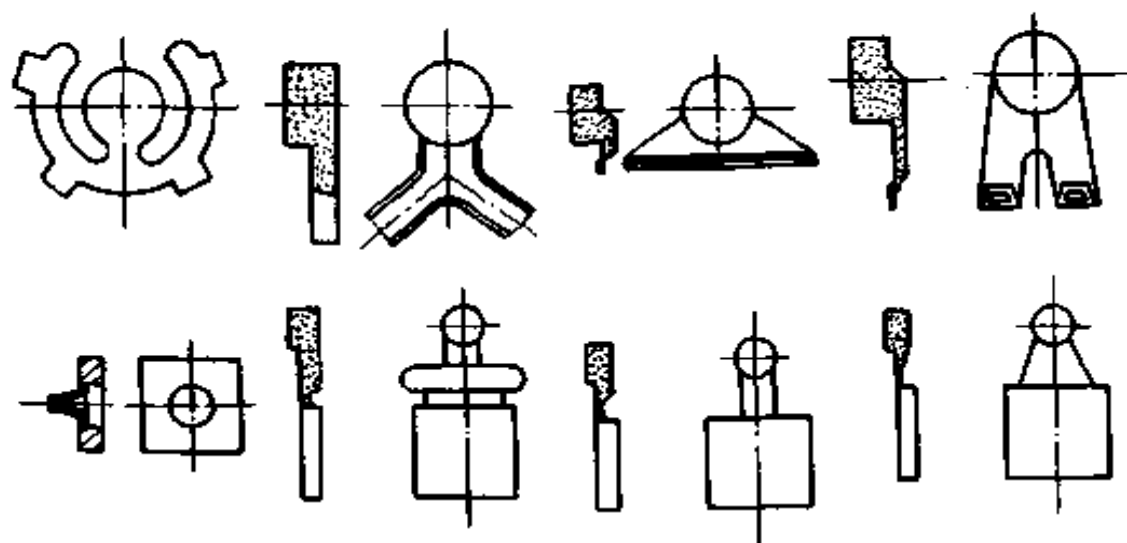


图 8-14 常用的横浇道形式

卧式冷压室压铸机用的模具,其横浇道必须开设在直浇道的上方,以防止压射前金属液自动流入型腔。

31. 横浇道的截面形状有何特点?

答:横浇道大多采用梯形截面,如图 8-15 所示。梯形截面浇道散热快、加工方便,脱模容易。浇道截面长边尺寸 b 根据铸件形状、大小而定,厚度 h 取铸件平均厚度 1.5 倍以上, α 取 $5^\circ \sim 15^\circ$, r 取 $1.5 \sim 3\text{mm}$ 。

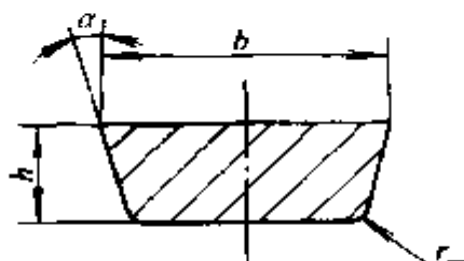


图 8-15 横浇道截面形状

32. 内浇道应如何进行设计?

答:内浇道是指金属液进入型腔前的最后一小段被缩小了截面积的通道。其位置、方向、大小对金属液进入型腔后的方向、流速、压力都有极大的影响,因此内浇道的设计非常重要。

内浇道常用的形式如图 8-16 所示。

内浇道的厚度、宽度及长度尺寸可由表 8-14 及表 8-15

选用。

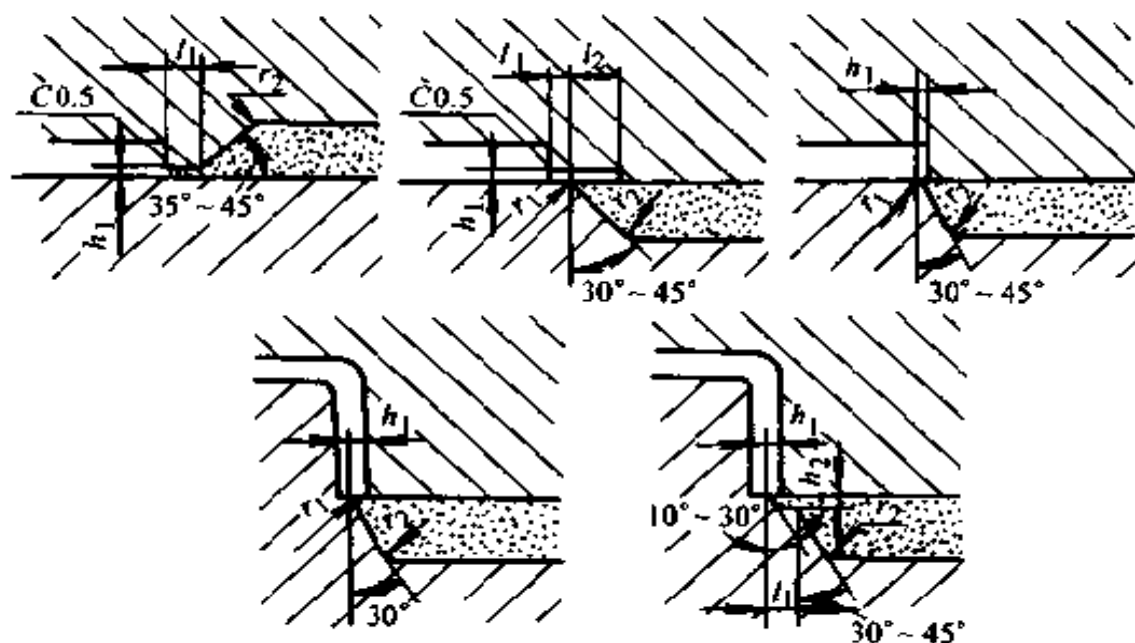


图 8-16 内浇道形式

表 8-14 内浇道厚度经验数据 (mm)

铸件壁厚	0.6~1.5		1.5~3.0		3~6		>6
	复杂件	简单件	复杂件	简单件	复杂件	简单件	为铸件壁厚的百分数(%)
合金种类	内 浇 道 厚 度						
铅、锡合金	0.4~0.8	0.4~1.0	0.6~1.2	0.8~1.5	1.0~2.0	1.5~2.0	20~40
锌合金	0.4~0.8	0.4~1.0	0.6~1.2	0.8~1.5	1.0~2.0	1.5~2.0	20~40
铝、镁合金	0.6~1.0	0.6~1.2	0.8~1.5	1.0~1.8	1.5~2.5	1.8~3.0	40~60
铜合金		0.8~1.2	1.0~1.8	1.0~2.0	1.8~3.0	2.0~4.0	40~60

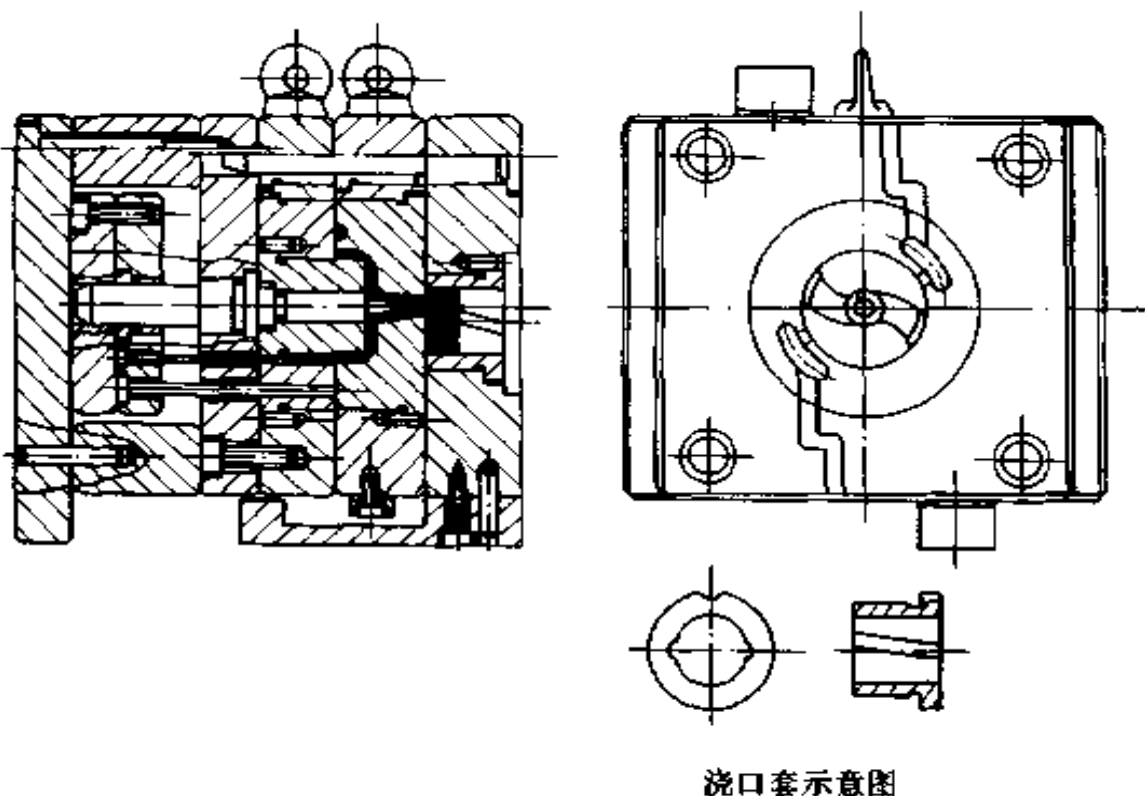
表 8-15 内浇道宽度和长度经验数据 (mm)

浇道进口部位铸件形状	内浇道宽度	内浇道长度	注
矩形或方形板件	$(0.6 \sim 0.8)L$	1.5~3	L—铸件边长 D—铸件外径
圆形板件	$(0.4 \sim 0.6)D$		
圆环件、圆筒件	$(0.25 \sim 0.3)D$		
方框件	$(0.6 \sim 0.8)L$		

33. 卧式压铸机采用中心浇口的结构有何特点?

答:使用卧式冷压室压铸机的中心浇口压铸模时,为保证压射冲头未运动前不致使金属液因自重而流入型腔,需将浇口位置设在型腔中央或一模多腔时的模具中央,它适用于所有适合压铸的合金。常用结构形式列举如下:

1) 利用开模过程扭断余料(见图 8-17)。开模时,由于浇



浇口套示意图

图 8-17 开模时扭断余料的中心浇口

口套内孔设有螺旋槽,在压铸机冲头推力作用下,余料推出时旋转,余料与直浇道间被扭断。螺旋槽一般开设2~3条,螺旋角一般小于 20° 。

2) 利用斜销切断余料(见图8-18)。开模时由于铸件对动模型芯产生包紧力及压射冲头推出余料的动作,分型面 I 首先分开,斜销3推动滑块1和切刀2将余料切断。

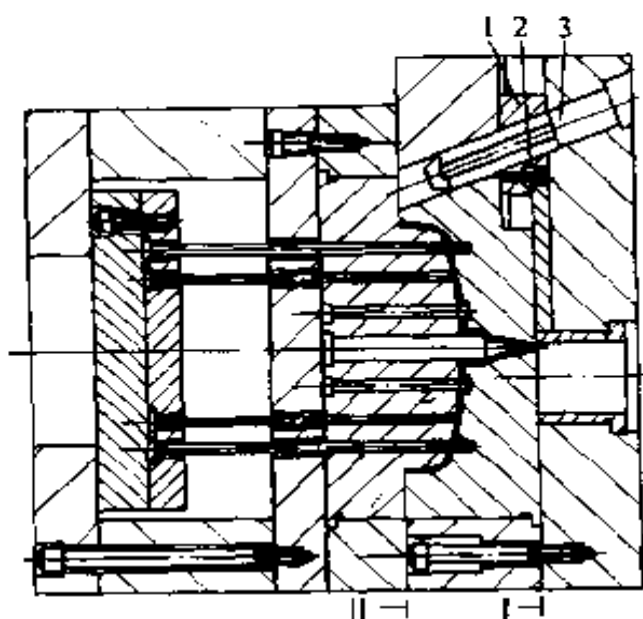


图8-18 开模时利用斜销切断余料的中心浇口

1—滑块 2—切刀 3—斜销

3) 利用液压装置切断余料。以液压缸代替斜销,推动切刀切除余料。



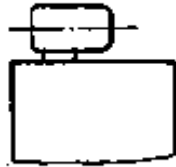
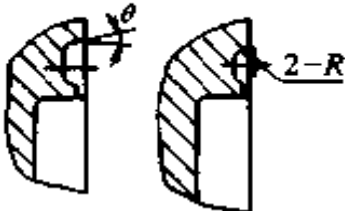
34. 溢流槽和排气槽的作用是什么?

答:为在压铸过程中排除气体、涂料余烬和冷金属,以提高铸件质量、消除和减少铸件缺陷(如冷隔、气孔、夹渣、缩孔、残缺等)和改善模具的热平衡,常需在模具上设置溢流槽和排气槽。

35. 溢流槽的形式如何选择确定？

答：溢流槽在模具分型面上的形状见表 8-16。

表 8-16 溢流槽的形状

溢流槽在分型面上的投影形状	截面形状
	
	

溢流槽在模具动、定模上的位置如图 8-19 所示。

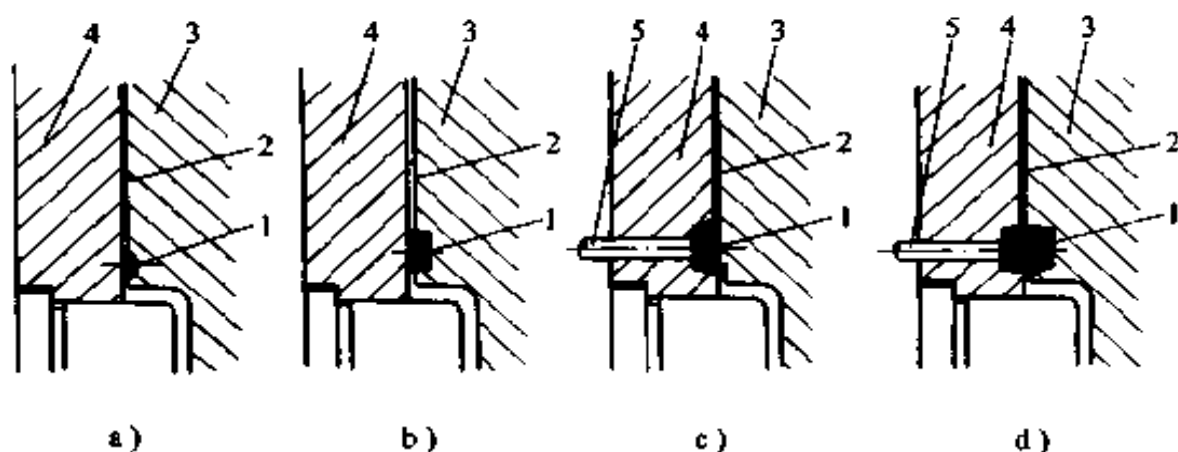


图 8-19 溢流槽在动、定模中的位置

1—溢流槽 2—排气槽 3—定模 4—动模 5—推杆

溢流槽截面为半圆形，一般不设推杆。开设在动模上的梯形截面溢流槽常设推杆。大容量溢流槽采用图 8-19d 的形

式。

36. 溢流槽的尺寸如何选择确定?

答:溢流槽形状如图 8-20 所示,其尺寸大小可参照表 8-17 选择确定,其中 $r_1 = 2 \sim 5\text{mm}$; $r_2 = 1.5 \sim 3\text{mm}$ 。

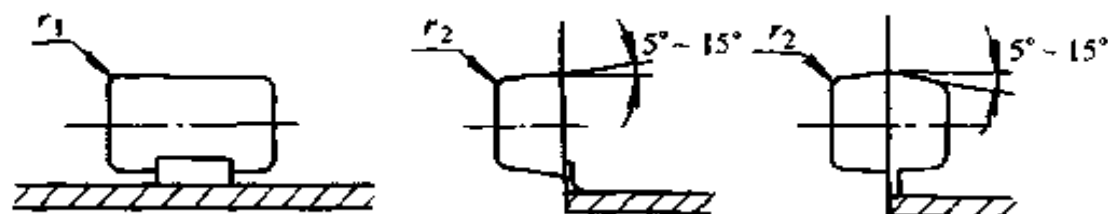
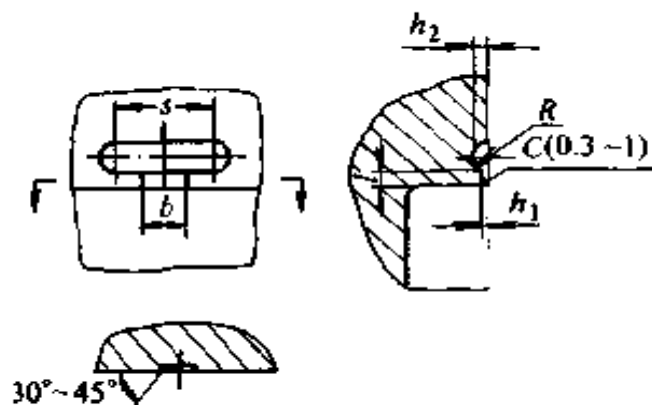


图 8-20 溢流槽

表 8-17 溢流槽尺寸

(mm)

参 数	铝合金 锌合金 锡合金	铝合金 镁合金	铜合金
	溢流口 宽度 b	6~12	8~12
溢流口 长度 l	2~4		
溢流口 深度 h_1	0.4~0.5	0.5~1	0.6~1.2
溢流槽 半径 R	4~6	5~10	6~12
溢流槽 深度 h_2	$(R-1) \sim (R-2)$		
溢流槽 长度中 心距 s	$> (1.5 \sim 2)h$		



37. 溢流槽的位置应如何设置?

答: 溢流槽的位置尽可能设置在:

- 1) 金属液最后填充的部位, 如图 8-21 所示。
- 2) 遇有型芯阻碍而使金属液分为两股或两股以上时, 应在型芯附近的部位 (见图 8-22)。

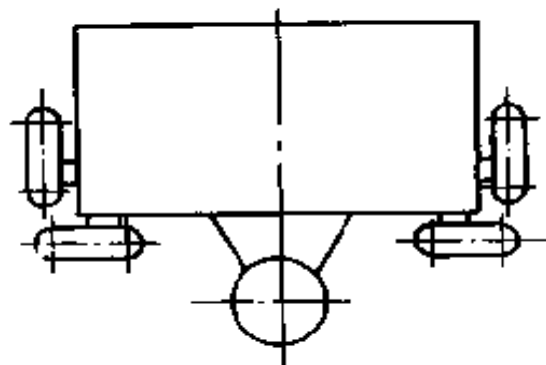


图 8-21 溢流槽设在金属液最后填充的部位

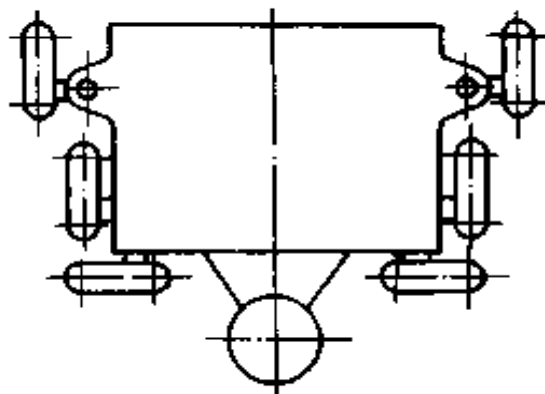


图 8-22 型芯附近设溢流槽

3) 铸件壁厚过薄难以充填的部位、铸件壁厚过厚易产生缩孔和疏松的部位。

4) 型腔温度较低的部位。

5) 排气条件不良的部位。

6) 金属液汇合处。

7) 浇口两侧或金属液不能直接填充的死角区域。

38. 排气槽应如何设计?

答: 排气槽一般与溢流槽设置相配合, 设在溢流槽尾部以加强溢流和排气效果。有时, 也可在型腔的必要部位单独设排气槽。

推杆及滑块等活动部位的间隙也具有排气作用。

排气槽形式见表 8-18。

表 8-18 排气槽形式

形式	简 图	说 明
分型面上布置排气槽		<p>在分型面上直接从型腔引出排气槽</p> <p>也可在溢流槽尾端设置排气槽</p>
利用推杆配合间隙的排气方式		<p>利用推杆配合间隙（一般，配合采用 $\frac{H7}{e8}$ 或 $\frac{H7}{d8}$）排气或在推杆上开排气槽</p>
利用型芯配合间隙的排气方式		<p>对细长型芯有加固作用，但排气效果较差</p>

排气槽的尺寸选择见表 8-19。

表 8-19 排气槽的尺寸 (mm)

合金类别	排气槽深度	排气槽宽度	说 明
铅合金	0.05~0.10	8~25	1. 排气槽在距离型腔 20~30mm 后, 可将其深度增大至 0.3~0.4mm, 以提高排气效果 2. 排气槽的总截面积, 一般不小于内浇道截面积的 50%, 但不得超过内浇道截面积 3. 需增加排气槽总截面积时, 以增大排气槽宽度和槽数为宜, 不宜过份增大其厚度 4. 气体从排气槽离开模具的方向不应直接指向生产操作者的位置, 以确保安全生产
锌合金	0.05~0.12		
铝合金	0.10~0.15		
镁合金	0.10~0.15		
铜合金	0.15~0.20		

39. 压铸模成型零件结构形式有哪些?

答: 成型零件是指在模具中构成铸件形状的部分, 它与熔融金属直接接触。其结构形式有:

1) 整体式 (见图 8-23)。型腔和型芯在模板上直接加工出来, 无动、定模套板, 导向零件也设在模板上。

这种结构适用于型腔较浅、单型腔、小型腔、型腔易加工, 生产批量小, 允许不进行热处理的模具。有时由于受压铸机拉杆距离的限制而不允许模具外形尺寸过大时, 也有采用整体式的。

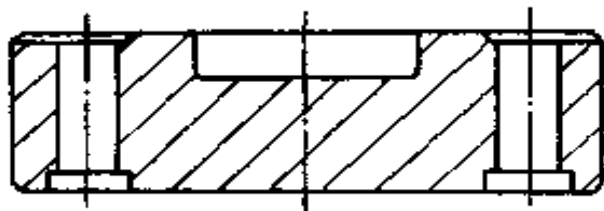


图 8-23 整体式型腔
(型腔部分)

2) 镶拼式 (见图 8-24)。型芯和型腔作为镶件安装在动、定模套板内, 这种形式称为镶拼式。由于镶件尺寸相对较小, 所以加工方便, 利于热处理, 易于调换, 常用于多型腔、深型腔、大型、复杂的模具, 使用最为广泛。

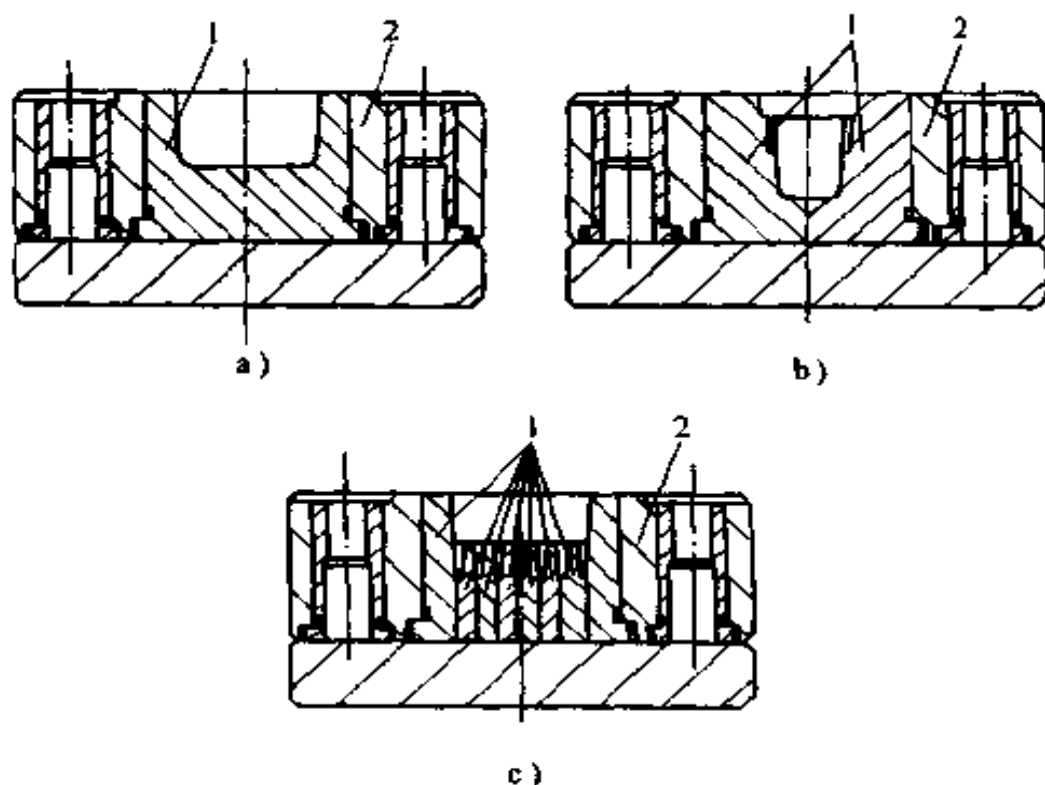


图 8-24 镶拼式型腔

1—镶件 2—套板

40. 压铸模动、定模套板结构形式有何特点?

答: 压铸模动、定模套板结构形式有两种, 一种是镶件孔为不通的沉孔 (见图 8-25a), 另一种是镶件孔为通孔 (见图 8-25b)。

沉孔形式的套板, 动、定模的组成零件少、结构紧凑、刚性好。但要保证动、定模套板沉孔相对位置精度, 加工难度较大。

通孔形式的套板, 加工工艺性好。但必须用支承板或座

板支承，增加了零件。设计时应充分注意套板和支承板的刚性，以防受压变形影响铸件尺寸。多型腔或用组合镶件的模具多采用此种形式。

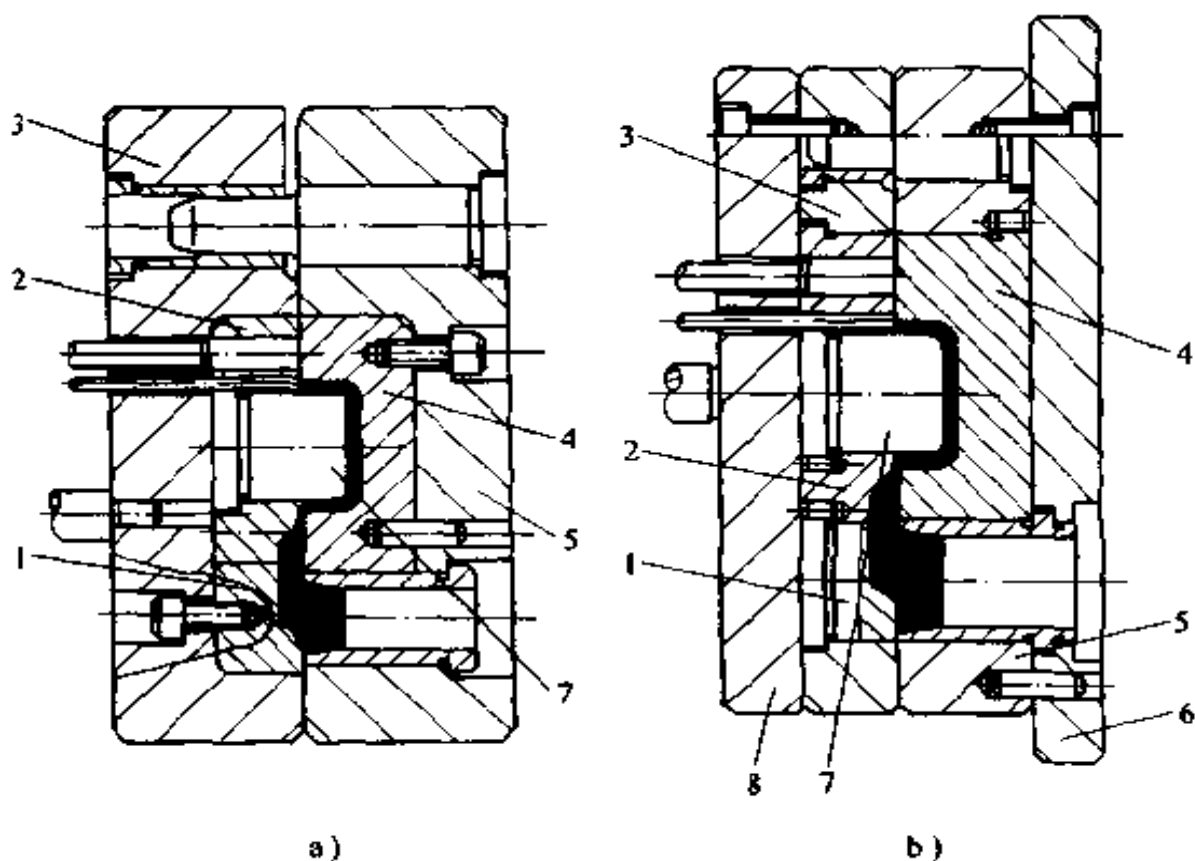


图 8-25 动、定模套板

- 1—导流块 2—动模镶块 3—动模套板 4—定模镶块
5—定模套板 6—定模座板 7—型芯 8—支承板

套板一般承受拉深、弯曲、压缩三种应力。其变形将影响型腔尺寸及模具使用寿命。因此在考虑套板尺寸时，应兼顾模具结构和压铸生产工艺等因素。

41. 支承板的加强形式有几种？

答：支承动模套板用的支承板，其厚度当铸件分型面投影面积大、压射比压大或垫块间距大时取较大值。也可采取

在支承板与动模座板之间增设支柱（见图 8-26a、b）或借助推板导柱（见图 8-26c）支撑以减少工作状态下支承板的变形。

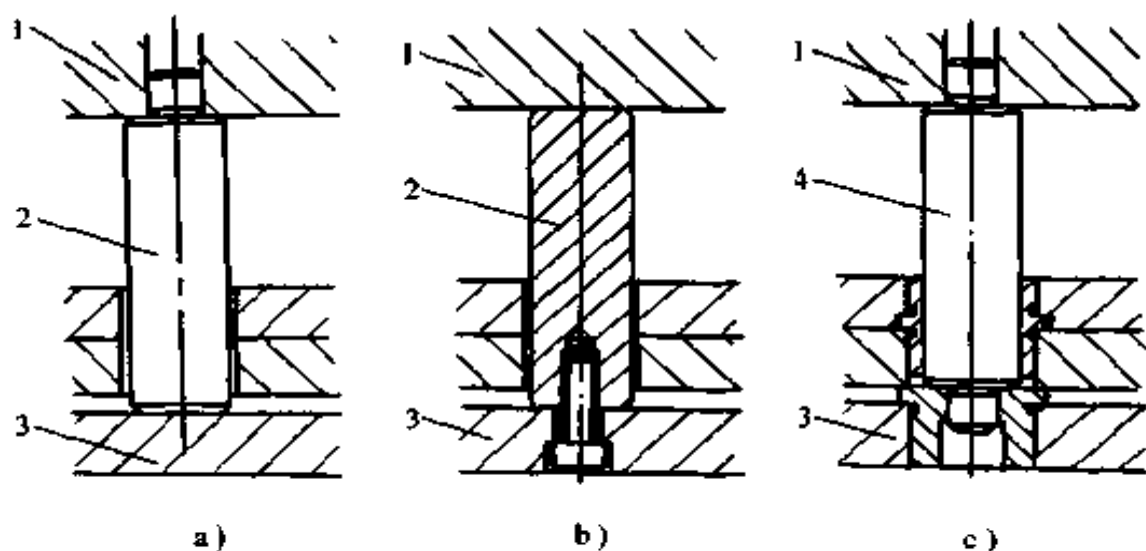


图 8-26 支承板的加强

1—支承板 2—支柱 3—动模座板 4—推板导柱

42. 复位机构的作用是什么？什么情况下合模前推出机构需先复位？

答：每一压铸循环中，推出铸件后推出机构必须准确地回复到原位，这就需要复位机构来实现，通常采用复位杆形式。

在下列情况下，推出机构必须先复位，亦即在模具完全合模前实现复位。

- 1) 推出元件处于推出位置时，合模前影响嵌件的安装。
- 2) 合模时推出元件与活动型芯发生干扰。

43. 热压室压铸机用压铸模结构有何特点？

答：热压室压铸机用压铸模结构如图 8-27 所示。

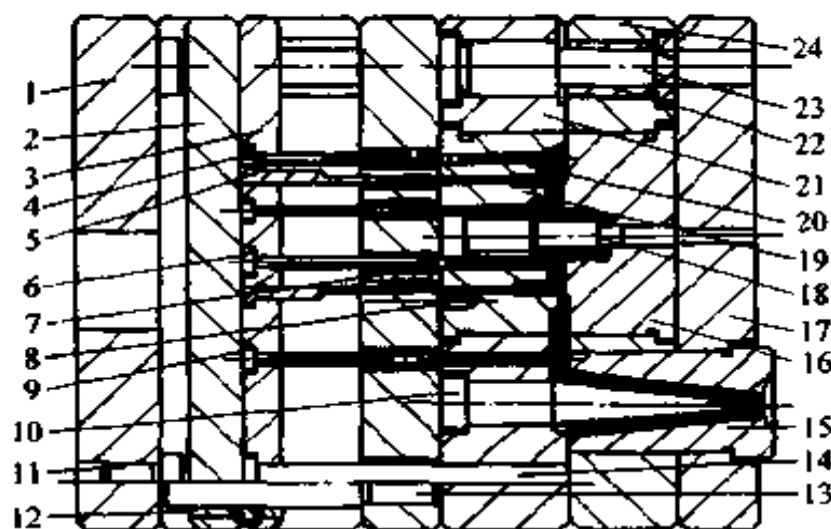


图 8-27 热压室压铸机用压铸模

- 1—动模座板 2—推板 3—推杆固定板 4、6、9—推杆 5—扇形推杆
 7—支承板 8—止转销 10—分流锥 11—限位钉 12—推板导套
 13—推板导柱 14—复位杆 15—浇口套 16—定模镶块
 17—定模座板 18—型芯 19、20—动模镶块 21—动模套板
 22—导套 23—导柱 24—定模套板

44. 热压室压铸机用压铸模压铸过程有何特点?

答：热压室压铸机与压铸模的连接如图 8-28 所示。这

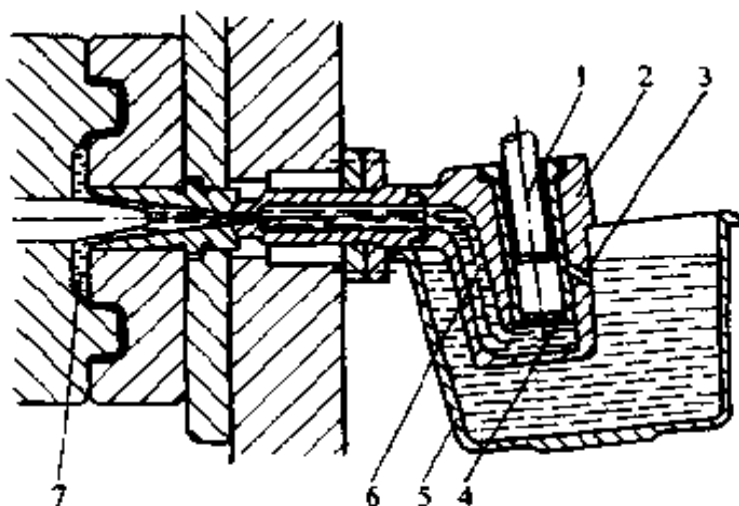


图 8-28 热压室压铸机与压铸模的连接

- 1—冲头 2—压室浇壶 3—进料孔 4—料筒
 5—坩埚 6—通道 7—型腔

种连接方式不需要用人工或机械手将金属液浇入压室内，能实现自动化连续生产，效率高。但模具的浇注系统、铸件的顶出。溢流槽内金属的推出、模具的冷却均需适应连续自动生产。这种方式适用于大批量小件的压铸，锌、铅、锡等熔点较低的合金及镁合金的压铸也常采用。

其压铸过程如下：压射冲头 1 下压，推动鹅颈通道 6 内的金属液面上升，当冲头封住压室浇壶 2 的进料孔 3 时，从料筒 4 下部至型腔 7 形成一封闭腔，注射冲头继续下压，封闭腔内建立起压力，金属液被高速地注入型腔。注射完毕后，压射冲头提升，打开进料孔，多余金属液回流，鹅颈通道内液面又恢复至与坩埚 5 液面持平。同时模具打开，取出铸件，完成一个循环。

45. 卧式冷压室压铸机用压铸模结构有何特点？

答：卧式冷压室压铸机用压铸模结构如图 8-29 所示。

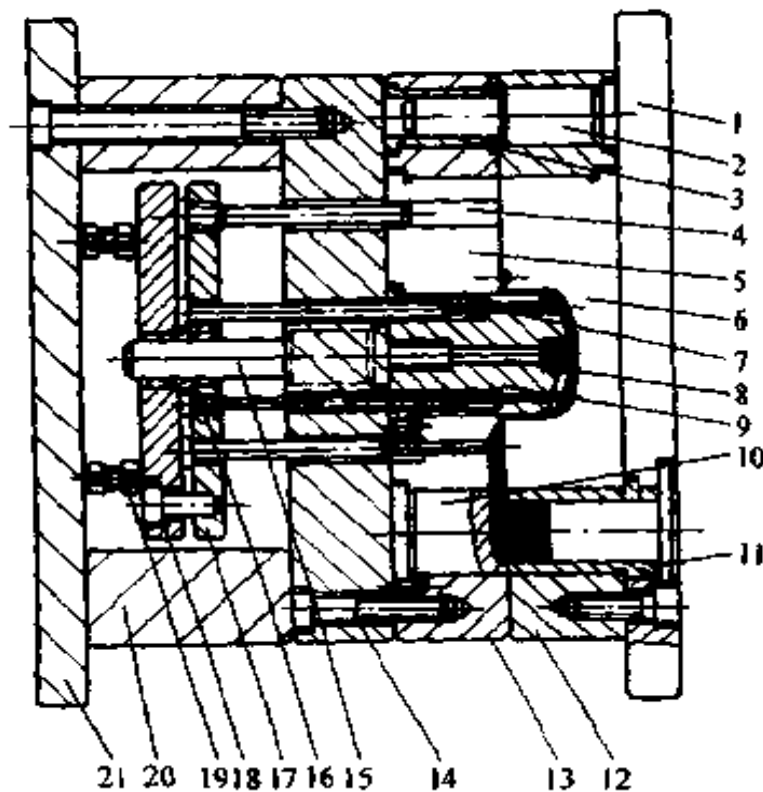


图 8-29 卧式冷压室压铸机用压铸模

- 1—定模座板 2—导柱
- 3—导套 4—复位杆
- 5—动模镶块 6—定模镶块
- 7—推杆 8、9—型芯
- 10—导流块 11—浇口套
- 12—定模套板
- 13—动模套板
- 14—支承板 15—推板导柱
- 16—推板导套
- 17—推板固定板
- 18—推板 19—限位螺栓
- 20—垫块 21—动模座板

46. 卧式冷压室压铸机用压铸模压铸过程有何特点？

答：卧式冷压室压铸机与压铸模的连接如图 8-30 所示。这种连接方式每次注射需由人工或机械加料，压射冲头水平运动，模具开合亦为水平方向，且浇口必须处于模具型腔下方（偏心浇口）。此种结构应用最广泛，适用于所有适合压铸的合金。

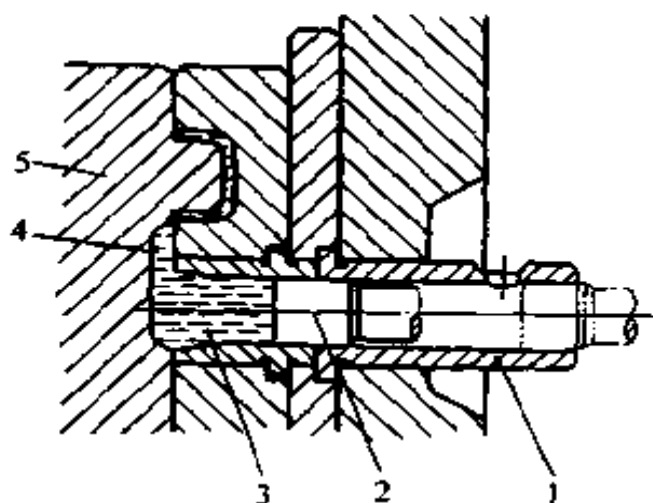


图 8-30 卧式冷压室压铸机与压铸模的连接

1—压室 2—冲头 3—熔融金属 4—横浇道 5—模具

压铸过程如下：压室 1 呈水平，压射冲头 2 亦作水平运动。注射前，压射冲头位于尾端，熔融金属 3 由人工或机械注入压室后，压射冲头推动金属经横浇道 4 进入模具 5 的型腔，充满型腔后，压射冲头的压力仍作用在金属上，金属在压力下凝固成铸件。开模，取出铸件，完成了一个循环。

47. 立式冷压室压铸机用压铸模结构有何特点？

答：立式冷压室压铸机用压铸模结构如图 8-31 所示。

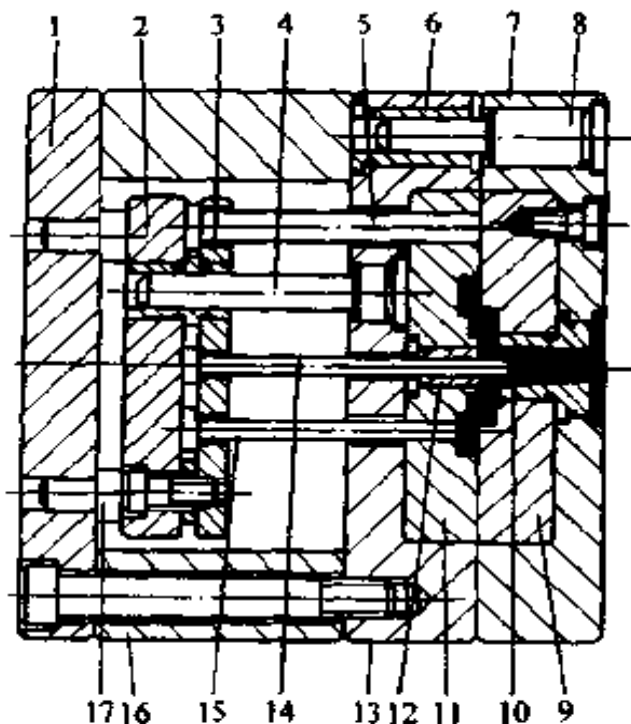


图 8-31 立式冷压室压铸机用压铸模

- 1—动模座板 2—推板 3—推杆固定板 4—推板导柱 5—复位杆
 6—导套 7—定模套板 8—导柱 9—定模镶块 10—浇口套
 11—动模镶块 12—分流锥 13—动模套板
 14、15—推杆 16—垫块 17—限位钉

48. 立式冷压室压铸机用压铸模压铸过程有何特点？

答：立式冷压室压铸机与压铸模的连接如图 8-32 所示。该连接方式每次注射需由人工或机械加料，压射冲头作上下方向运动，模具开合方向为水平方向，对浇口位置无特殊要求。适用于所有适合压铸的合金，特别适合使用中心浇口的模具。

压铸过程如下：压室 2 为垂直位置，上、下压射冲头 1 和 3 均作垂直方向运动。上冲头脱离压室、下冲头处于堵住喷嘴 4 孔口时，将熔融金属注入压室，金属不会自行流入型腔。当上冲头下压接触金属推动下冲头下移一小段距离，打开喷嘴孔口，上冲头继续快速下压，将金属通过直浇道 5，由分流锥 6 分流后注入模具 7 的型腔。填充完毕，上冲头提升，下冲头立即以冲击动作向上将余料与直浇道切断并推至压室上端，以备取走废料。同时开模，取出铸件，完成一个循环。

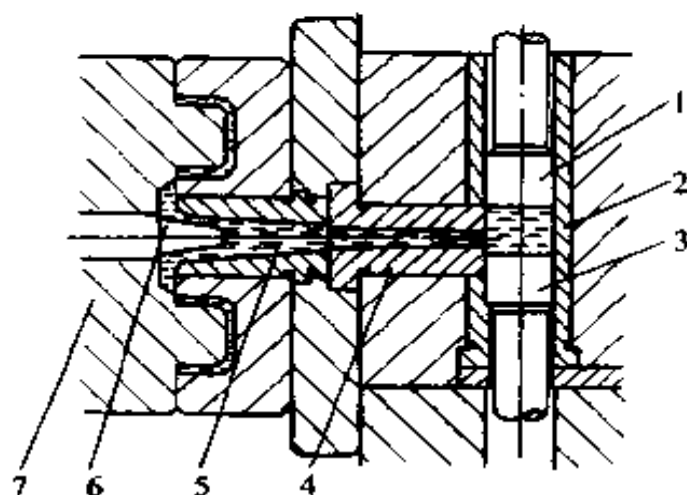


图 8-32 立式冷压室压铸机与压铸模的连接

1、3—冲头 2—压室 4—喷嘴 5—直浇道 6—分流锥 7—模具

49. 全立式压铸机用压铸模结构有何特点?

答: 全立式压铸机用压铸模分上压式和下压式两种结构。下压式结构如图 8-33 所示。

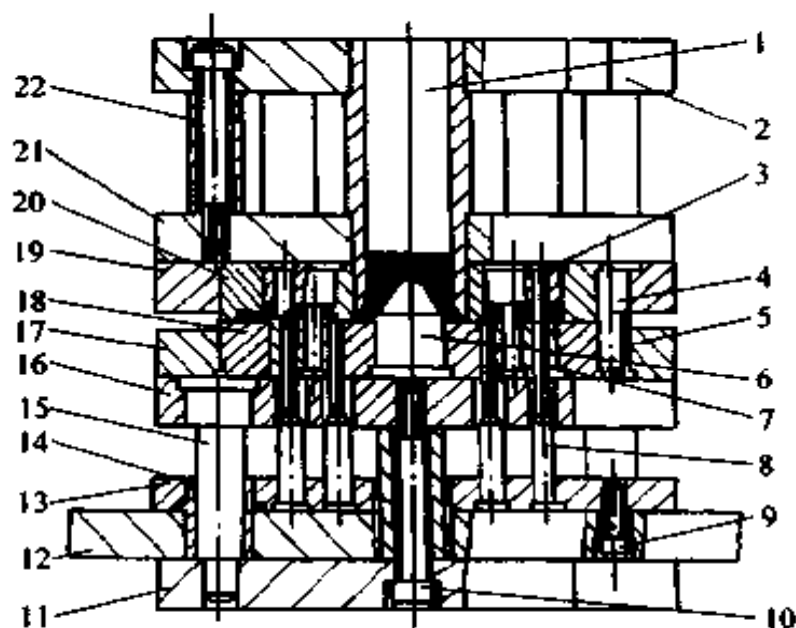


图 8-33 全立式压铸机用压铸模 (下压式)

1—压室 2—座板 3—型芯 4—导柱 5—导套 6—分流锥
7、18—动模镶块 8—推杆 9、10—螺钉 11—动模座板 12—推板
13—推杆固定板 14—推板导套 15—推板导柱 16—支承板
17—动模套板 19—定模套板 20—定模镶块 21—定模座板 22—支承柱

50. 全立式冷压室压铸机用压铸模压铸过程有何特点？

答：由于全立式压铸机用压铸模分上压式和下压式两种结构，故连接方式也不相同。两种连接方式每次注射都需由人工或机械加料，较便于安装嵌件，铸件推出后都需由人工取出，不易实现自动化生产。适用于所有适合压铸的合金，以及有嵌件的铸件和使用中心浇口的模具。

下压式连接方式如图 8-34 所示。其压铸过程如下：上模 5 和下模 6 处于闭模状态下，将金属液 3 注入压室 2 内，此时推杆 7 在弹簧 8 的作用下封住横浇道 4，以防压铸前金属液流入型腔。压射冲头 1 下压时，将推杆压下，打开横浇道，将金属液压入型腔内。开模，冲头复位，由推出机构推出铸件，由推杆 7 推出余料，取出铸件，完成一个循环。

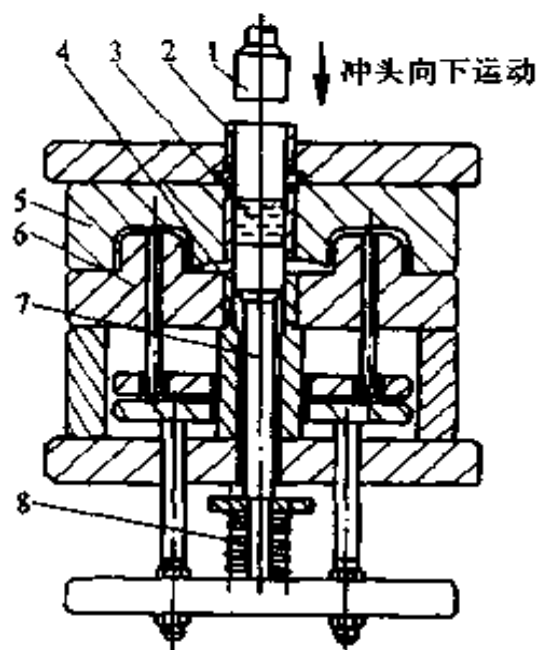


图 8-34 全立式冷压室压铸机与下压式压铸模的连接

1—冲头 2—压室 3—金属液 4—横浇道 5—上模

6—下模 7—推杆 8—弹簧

上压式连接方式如图 8-35 所示。其压铸过程如下：模

具由上模 5 和下模 4 组成，分别固定在机床工作台面上。开模状态下，将金属液 2 注入压室 3 后闭合。压射冲头 1 向上压，将金属液由分流锥 7 分流并经横浇道 6 进入型腔。开模后，压射冲头继续上升推出余料，然后冲头复位，取出铸件，完成一个循环。

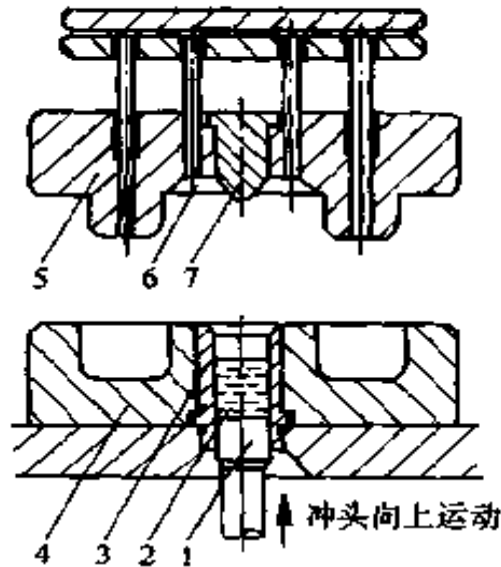


图 8-35 全立式冷压室压铸机与上压式压铸模的连接

1—冲头 2—金属液 3—压室 4—下模

5—上模 6—横浇道 7—分流锥

51. 模具使用时为什么要预热?

答：温度是压铸过程的热因素，为提供良好的填充条件、控制和保持热因素的稳定性，必须有一个相应的温度规范，它包括熔融金属的浇入温度和模具温度。因此在工作前应对模具预热，在工作过程中对模具进行冷却。

模具温度适当，可以避免熔融金属激冷过剧而失去流动性，改善型腔排气条件，避免铸件成型后产生大的线收缩而引起裂纹的开裂，避免模具因激热而胀裂，减少工作时冷、热交变的温差应力。

模具的工作温度和预热温度见表 1-6。

52. 模具冷却方法有哪些？

答：常见模具的冷却方法有：

1) 风冷，即用风扇或压缩空气吹冷。由于模具内不设冷却装置而结构简化，但冷却速度较慢，生产效率低，只用于小型或简单模具。

2) 水冷，在模具内开设冷却水通道，利用循环水冷却。水冷比风冷的冷却速度快，控制方便，使用广泛。

最为理想的是运用温控技术控制模具温度。在模具内设运油管道，利用温控元件，使在工作前通入热油预热模具，工作时若模具温度偏高时，自动控制通入低温油进行冷却，使模具温度始终稳定在一定的温度范围内。

第九章 锻 模

1. 什么叫模锻？常用的模锻方法有哪些？

答：通过压力迫使赤热金属流动、充满锻模模膛（型腔）而生产锻件的方法叫做模锻。

常用模锻方法有：

- 1) 锤上模锻。包括胎模锻和锤模锻。
- 2) 锻压机模锻。
- 3) 平锻。
- 4) 螺旋压力机模锻。

2. 锤模锻的模具有何特点？

答：图 9-1 所示为弯轴类锻件模锻变形及模具（下模）实例。

锤模锻时，金属的变形是在模具的各个模膛中依次完成的，在每个模膛中的锻打变形称一个工步，模膛名称与工步名称相同。

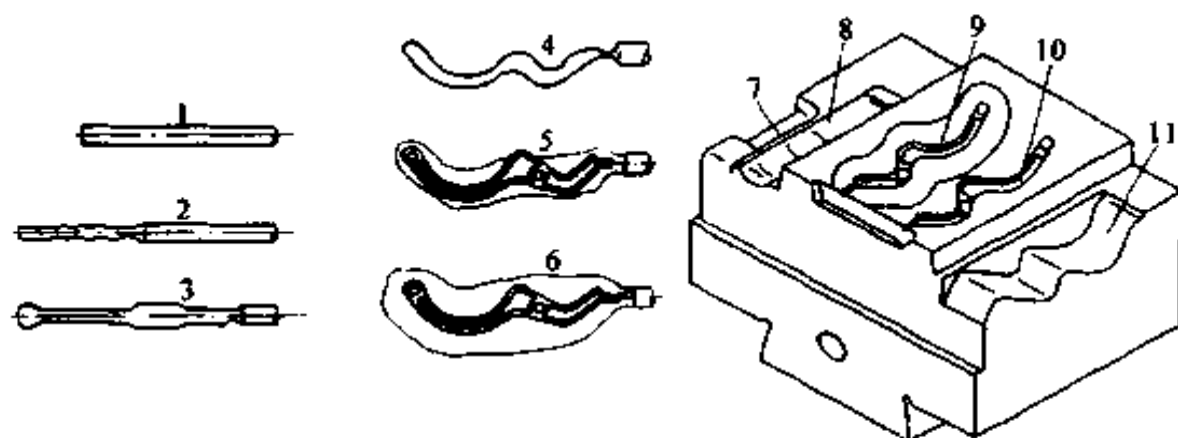


图 9-1 模锻模和模锻工步示例

1—坯料 2—拔长 3—滚压 4—弯曲 5—预锻 6—终锻 7—拔长模膛
8—滚压模膛 9—终锻模膛 10—预锻模膛 11—弯曲模膛

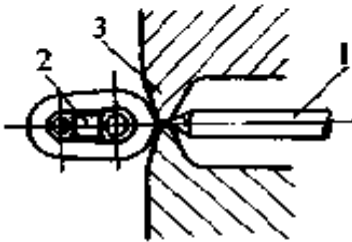
3. 锤上模锻的模膛名称及作用有哪些?

答:锤上模锻的模膛名称与工步名称相同,其作用见表 9-1。

表 9-1 锤上模锻的模膛名称及作用

类别	名称	简图	用途
制坯模膛	墩粗	<p>1—坯料 2—墩粗后坯料 3—墩粗模膛</p>	减小坯料高度, 增大直径
	压扁	<p>1—坯料 2—压扁后坯料 3—压扁模膛</p>	增大坯料宽度
	拔长	<p>1—坯料 2—拔长后坯料 3—拔长模膛</p>	减小坯料部分长度上的截面, 增大其长度
	滚压	<p>1—坯料 2—滚压后坯料 3—滚压模膛</p>	减小坯料部分长度上的截面, 增大另一部分截面, 总长略有增加

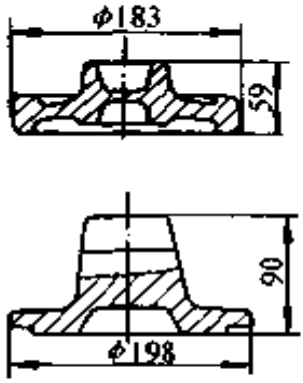
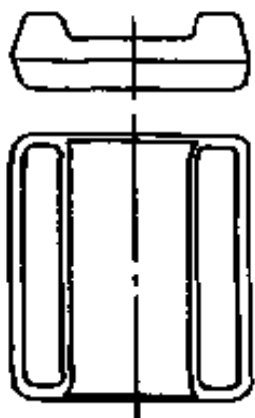
类别	名称	简图	用途
制坯模膛	卡压	<p>1—坯料 2—卡压后坯料 3—卡压模膛</p>	增大坯料部分长度上的宽度，截面略有变化
	成形	<p>1—坯料 2—成形后坯料 3—成形模膛</p>	局部转移金属，以符合锻件水平投影形状
	弯曲	<p>1—坯料 2—弯曲后坯料 3—弯曲模膛</p>	改变坯料轴线形状，以符合锻件水平投影形状
模锻模膛	预锻		获得与终锻相近的形状，以利于锻件在终锻模膛中清晰成形，防止产生折纹和提高终锻模膛寿命
	终锻	<p>1—预锻模膛 2—终锻模膛</p>	最后获得锻件

类别	名称	简图	用途
切断模膛	切断	 <p>1—坯料 2—锻件 3—切断模膛</p>	将锻件与坯料分离

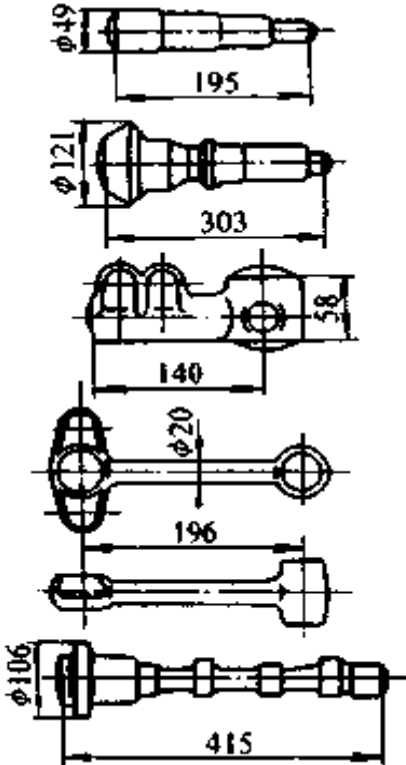
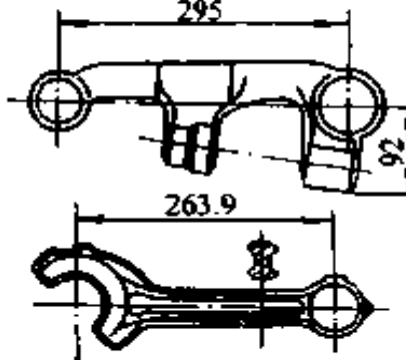
4. 锤上模锻件常见类型及特点有哪些?

答:锤上模锻件类型较多,其分类情况及各类特点见表 9-2。

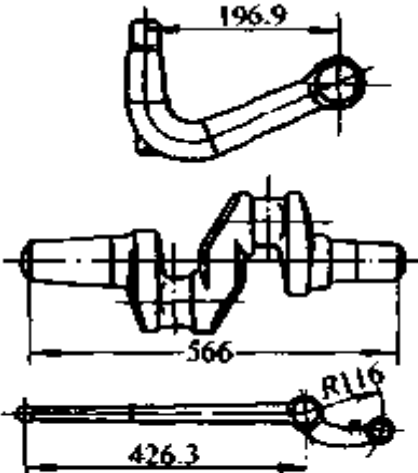
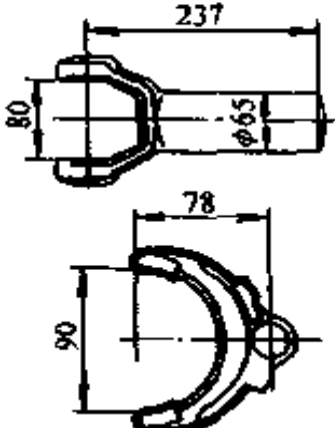
表 9-2 锤上模锻件举例及分类

类别	特点
<p>饼类(短轴类)</p> 	<p>基本轴对称,轴线与打击方向相同。锻件中可有:通孔、不通孔、轮缘轮辐、突缘、柄等形状。模锻成形(终锻或预锻)前毛坯需墩粗</p>
<p>直轴扁平类</p> 	<p>平面图上锻件轴线为直线,形状扁平,长度方向材料分布较均匀。模锻成形前毛坯需压扁</p>

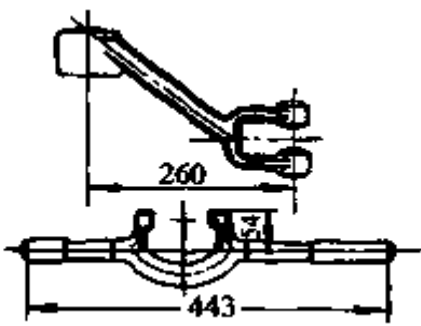
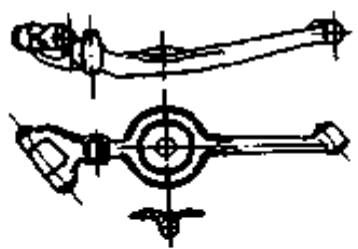
(续)

类别	特点
<p data-bbox="391 338 558 376">直轴对称类</p> 	<p data-bbox="849 629 1311 994">轴线为直线，且两边大致对称，可有各种形状的、带孔或不带孔的头部，横断面形状不限，如圆、工字形等；沿轴线方向材料分布一般不均匀，故需用制坯工步使材料沿轴线方向重新分布（简称轴向配料）</p>
<p data-bbox="391 1323 587 1361">直轴非对称类</p> 	<p data-bbox="863 1503 1326 1704">轴线为直线，但两边形状不对称。除轴向配料外，还应使部分材料侧向偏移（简称侧向配料）</p>

(续)

类 别	特 点
<p data-bbox="550 376 651 409">弯轴类</p> 	<p data-bbox="960 566 1422 929">平面图上锻件轴线弯曲，除轴向配料外还需把毛坯打弯。对于垂直方向、也即打击方向有弯曲的锻件，因打弯与模锻成形同时完成，故不属弯轴类，但毛坯长度计算则与弯轴类相近</p>
<p data-bbox="582 1164 651 1198">叉类</p> 	<p data-bbox="970 1440 1433 1635">锻件平面图呈叉形且不能用弯曲工步成形者。一般在轴向配料后，在预锻时用“劈开”的方法成形</p>

(续)

类别	特点
<p style="text-align: center;">复合类</p> 	<p>具有直轴、弯轴、枝芽、叉形等特征中两种以上特征的锻件，其制坯也需相应的工步</p>
<p style="text-align: center;">复杂类</p> 	<p>形状复杂，但特征不明确的锻件，其制坯要由具体分析及经验决定</p>

5. 锻压机模锻用模具结构有何特点？

答：锻压机多采用组合模，各模腔分别制在镶块上，然后集中固紧在通用模架上。图 9-2 所示为矩形镶块用的通用模架示例。一台锻压机配备多套模架。在一副模架上，工位（镶块数及安装位置）及顶杆（数量、位置）都是固定的，工艺设计时应适应这一特点。一般有顶杆的工位不超过三个，总工位不超过五个。

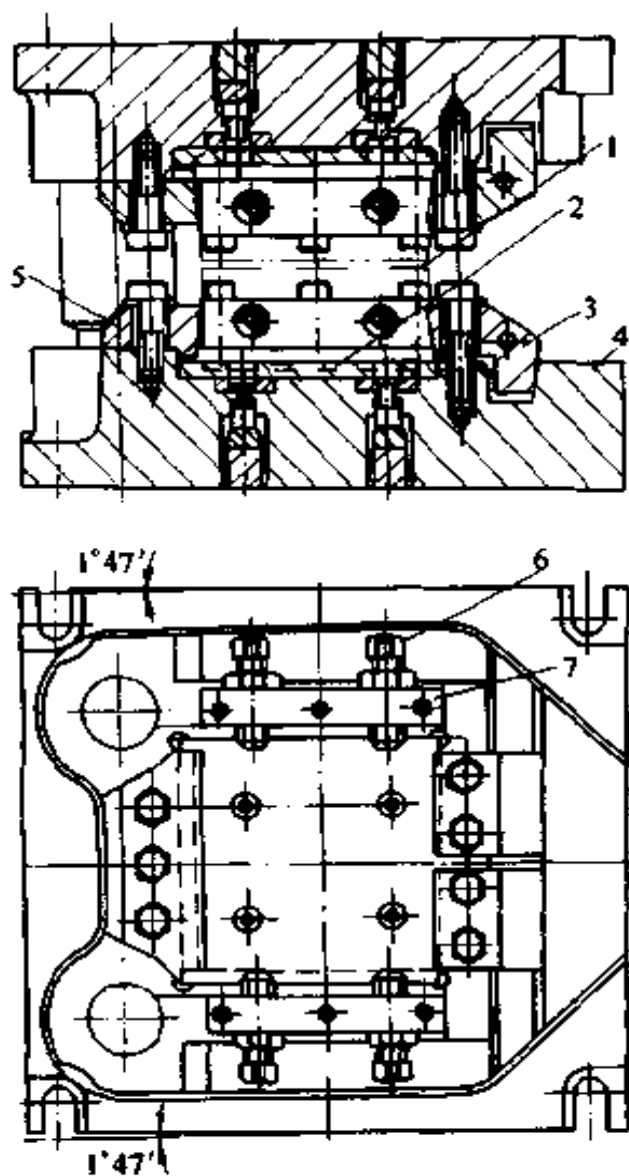


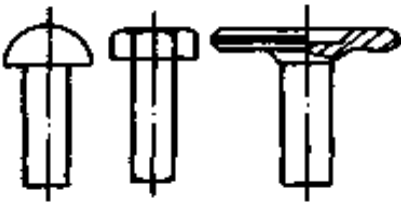

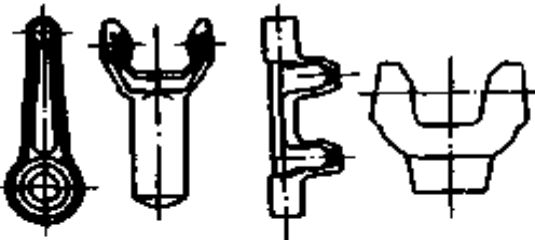
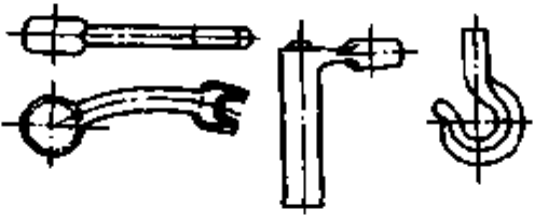
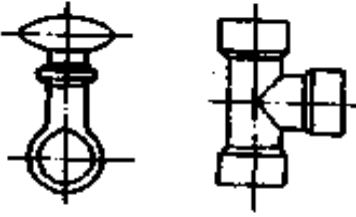
图 9-2 矩形斜面压板式模架

1—镶块 2—下垫板 3—前压块 4—下模座
5—后定位压块 6—侧压紧螺栓 7—侧压固定块

6. 螺旋压力机模锻件分哪几类？

答：螺旋压力机普通锻件的分类及特点见表 9-3。

表 9-3 螺旋压力机模锻件分类

分 类	锻 件 简 图	说 明
第 I 类	顶锻类 锻件 	1. 头部局部 锻粗成形，杆部 不变形 2. 多用开式 模具进行小飞边 模锻
	杯盘类 锻件 	1. 整体锻粗、 挤压成形 2. 多采用闭 式模具，进行无 飞边模锻
第 II 类	长轴枝 叉类锻件 	1. 相当于锤 上模锻的长轴类 锻件，又可分为 直线主轴、弯 轴、叉杆及带枝 芽、十字轴类锻 件 2. 采用开式 模具，进行有飞 边模锻
	长轴弯 曲类锻件 	
第 III 类	用组合 凹模锻出 的在两个 方向有凹 坑的锻件 	采用组合凹 模，可得到在两 个方向上有凹 坑、凹挡的锻 件，如法兰、三 通阀体等

7. 螺旋压力机用顶墩模结构有何特点？

答：顶墩类锻件的小飞边模锻在螺旋压力机上运用很广。图 9-3 所示为螺钉、铆钉墩头模的结构示例。

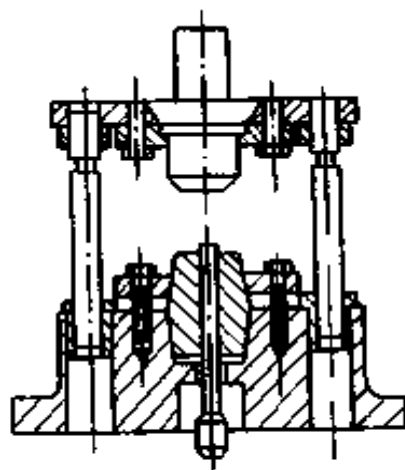


图 9-3 螺旋压力机用顶墩模结构示例

8. 螺旋压力机杯盘类锻件无飞边模结构有何特点？

答：螺旋压力机杯盘类锻件无飞边模结构如图 9-4 所示，具有一定的典型性。

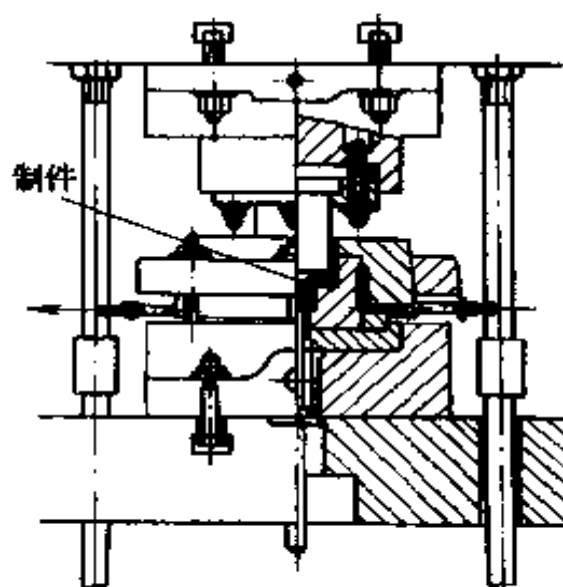


图 9-4 螺旋压力机杯盘类锻件无飞边模结构示例

9. 螺旋压力机剖分凹模结构有何特点?

答: 螺旋压力机剖分凹模结构简单、使用方便, 其活动剖分凹模结构如图 9-5 所示。

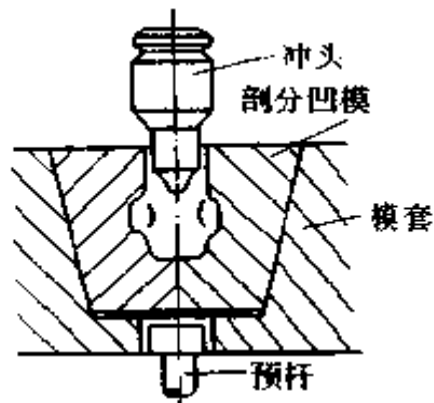


图 9-5 剖分凹模



10. 平锻件分哪几类? 各有何工艺特点?

答: 平锻件分类及特点见表 9-4。

表 9-4 平锻件分类及特点

锻件类别	简 图	工 艺 特 点
杆 类		<ol style="list-style-type: none"> 1. 坯料直接按锻件杆部直径选定 2. 大多数单件模锻 (一坯一件), 后挡板定位 3. 模膛采用: 积聚、预成形、终锻
穿孔类		<ol style="list-style-type: none"> 1. 坯料直径尽量按孔径选定 2. 多件模锻 (一坯数件), 前挡板定位 3. 模膛采用: 积聚、预成形、终锻、穿孔

(续)

锻件类别	简 图	工 艺 特 点
管 类		<ol style="list-style-type: none"> 1. 坯料直径按锻件杆部直径选定 2. 多采用后挡板定位 3. 加热长度超过变形长度不能太多 4. 应先增加壁厚再锻粗成形 5. 模膛采用：积聚、预成形、终锻
联合模锻		<p>采用一种以上模锻设备成形复杂锻件。如曲轴锻件曲拐部分锤上模锻，法兰部分平锻</p>

11. 半轴平锻模具结构有何特点？

答：平锻和其他各种模锻方法差别很大，专用性较强。图 9-6 所示为汽车半轴平锻工艺及模具的简图，由剖分活动凹模夹住棒料（或毛坯），凸模水平方向前进使棒料头部成形。

此模具适合于锻造细杆大头的“头杆件”、空心件（见图 9-8）和管子局部成形，多数情况下可采用长棒料直接模锻，并且用无飞边成形。

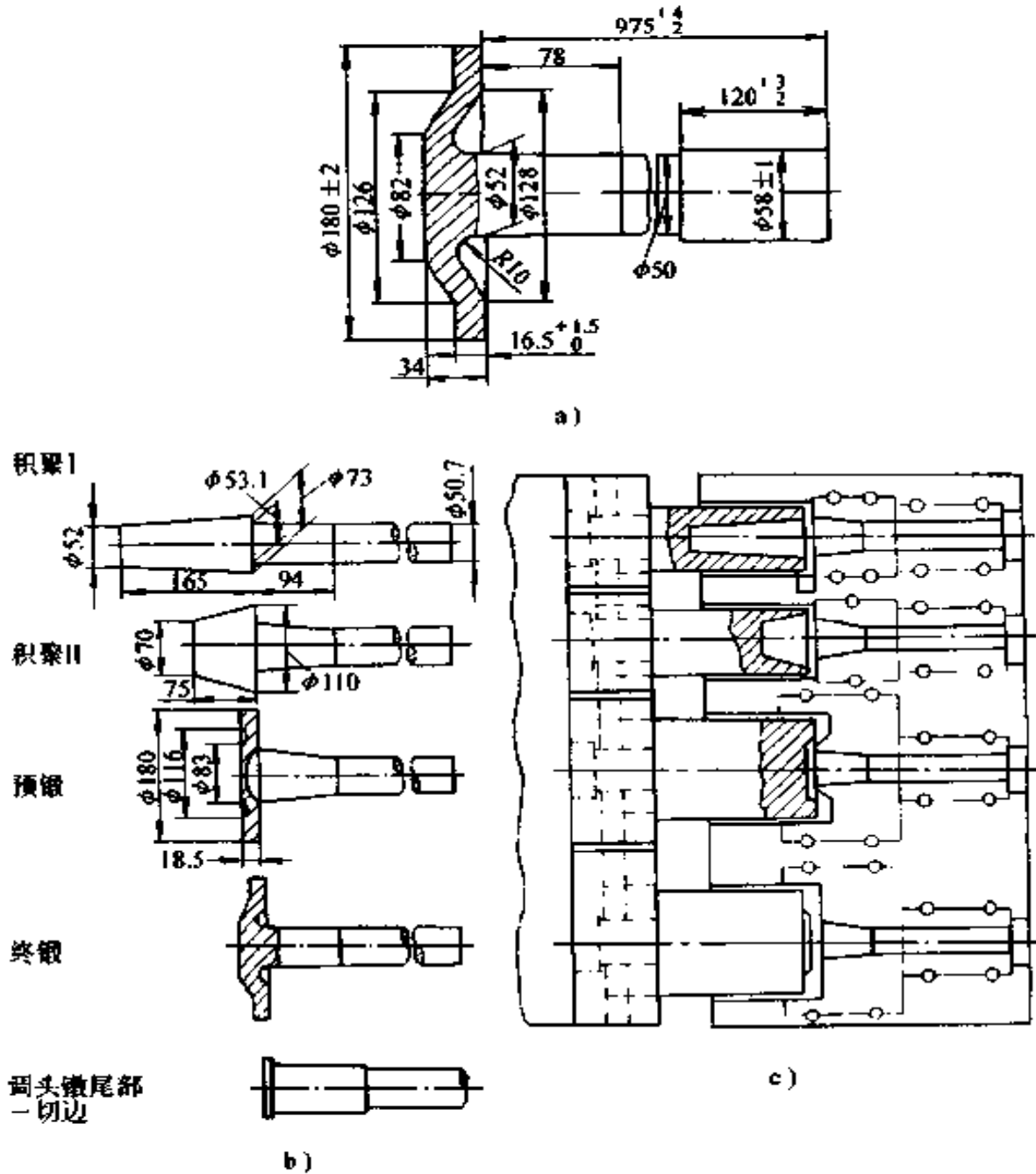


图 9-6 半轴平锻工步及模具

a) 锻件 b) 平锻工步 c) 平锻模

12. 平锻件的分模面如何选择?

答：旋转体锻件用前挡板定位时，多用无飞边闭式模锻，分模面设在最大直径处（见图 9-7a）；用后挡板定位以及非旋转体头杆件，需有飞边，分模面设在端面上（见图

9-7b); 终锻模膛的主要部分在凸模内时, 需用飞边, 分模原则与其他模锻相似 (见图 9-7c)。

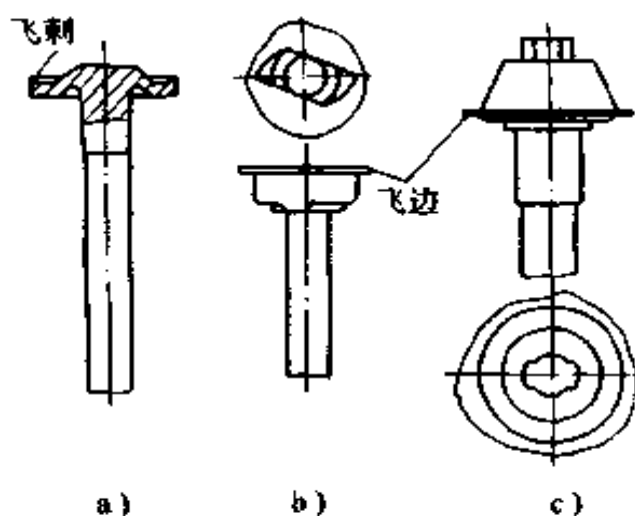


图 9-7 平锻件的分模面

13. 深孔厚壁锻件模具结构有何特点?

答: 浅孔平锻件可一次冲成, 深孔则需分几次冲。如冲孔前毛坯端部已形成大的突缘使毛坯能在凹模中准确定心、并且“拉住”毛坯使它在冲孔时不能后退, 则冲孔次数可减少。

冲孔前毛坯应锻成“计算毛坯”的形状, 冲深孔前, 毛坯端部应锻至其直径等于凹模直径 (锻件相应处外径) 以便定心, 并冲出定心孔。

深孔厚壁锻件 (兼带前后法兰) 工步设计及模具结构如图 9-8 所示。

14. 什么叫精密模锻? 其工艺有何特点?

答: 精密模锻 (精锻) 是获取高精度和高质量锻件的模锻过程, 包括有螺旋压力机 (压力机) 上的精锻、高速锤上的精锻及多向精密锻造等。

精密模锻的特点: 精锻件的金属流线分布更为合理; 力学性能和抗应力腐蚀性能高; 切削加工量大大减少, 节材节

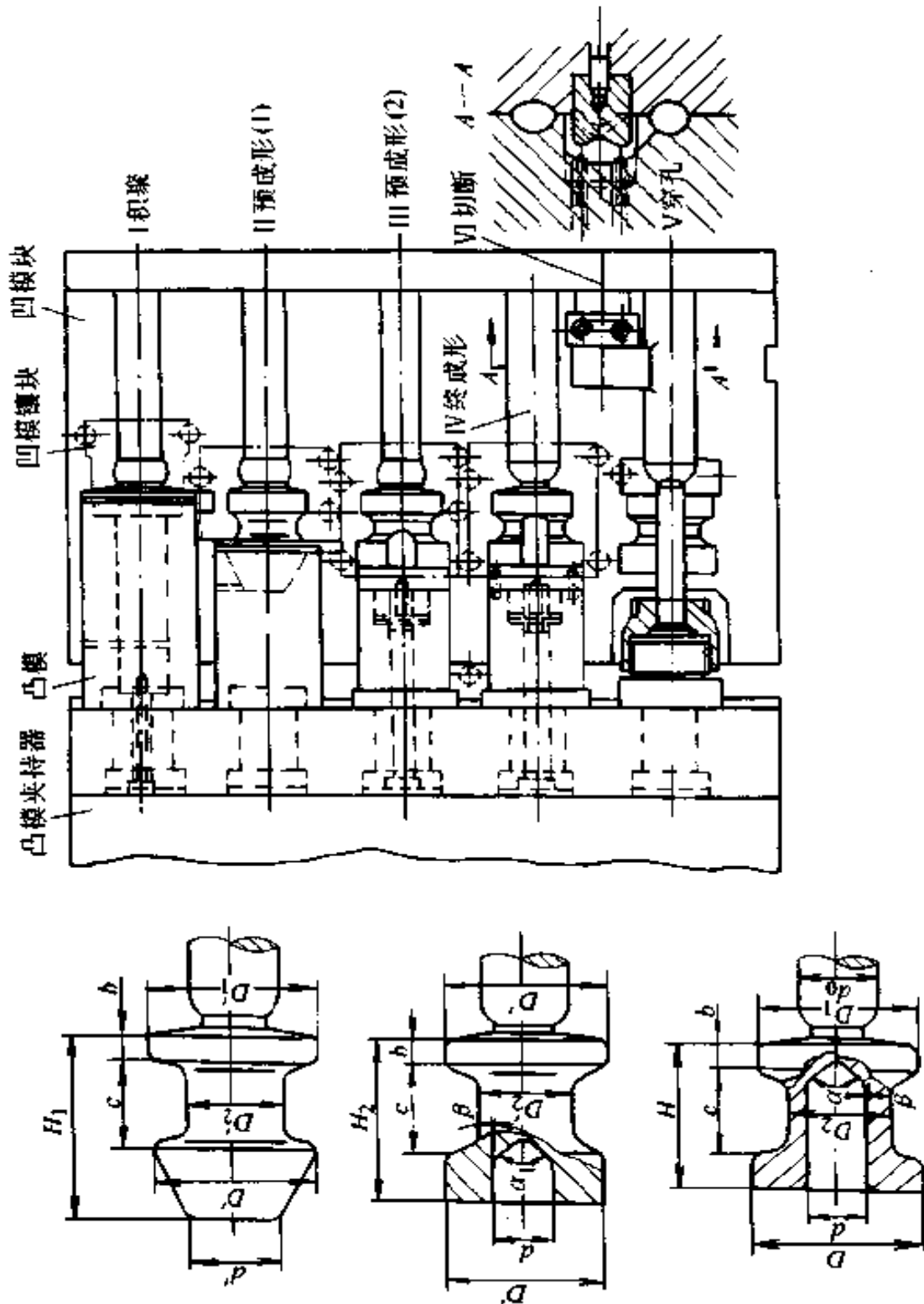


图 9-8 深孔厚壁锻件(兼带前后法兰)工步设计及模具

能效果明显;能加工难成形材料和形状复杂的锻件。但精密模锻要求毛坯的精度高,需采用少无氧化加热、工艺设计复杂、高精度的模具,操作过程严格,要求具有良好的润滑条件,有的毛坯(材料)需经前、后处理等。所以一般精密模锻件的生产成本较高,在生产批量较大或很大时,经济上才是有利的。

15. 齿轮精锻模结构有何特点?

答: 齿轮精锻可生产直齿圆柱齿轮、直齿或弧齿锥齿轮、平面齿轮及变速箱同步器齿环等类齿形零件,精锻齿轮齿形精度直接达到 IT8~IT9 级,我国已积累形成批量生产的经验。

载重汽车的差速器行星齿轮可采用精密模锻,其模具结构如图 9-9 所示,导柱式结构齿轮精锻模结构如图 9-10 所示。

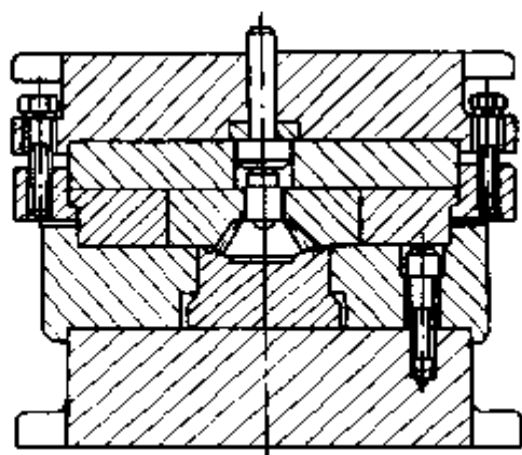


图 9-9 差速器行星齿轮
精锻模具图

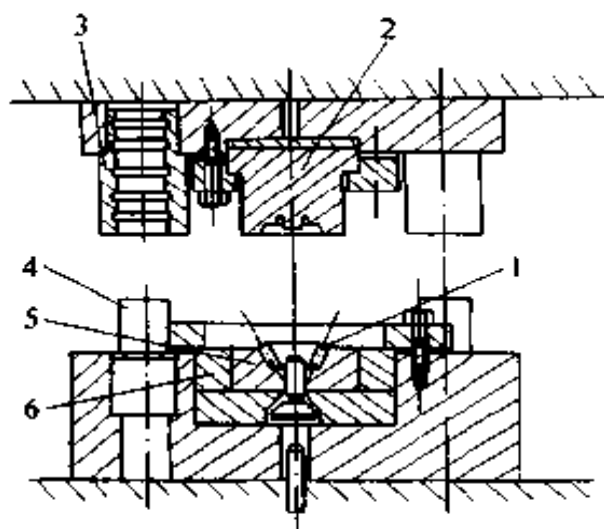


图 9-10 导柱式结构齿轮
精锻模结构图
1—工件 2—上模 3—导套
4—导柱 5—下模 6—预应力圈

16. 高速锤模具结构有何特点?

答: 高速锤通常是一次打击成形,飞边槽基本上无法保证变形金属充满模膛,故高速锤模锻大多采用闭式模膛结构(见图 9-11a)。对于某些不适宜用闭式模锻的精锻件则只能

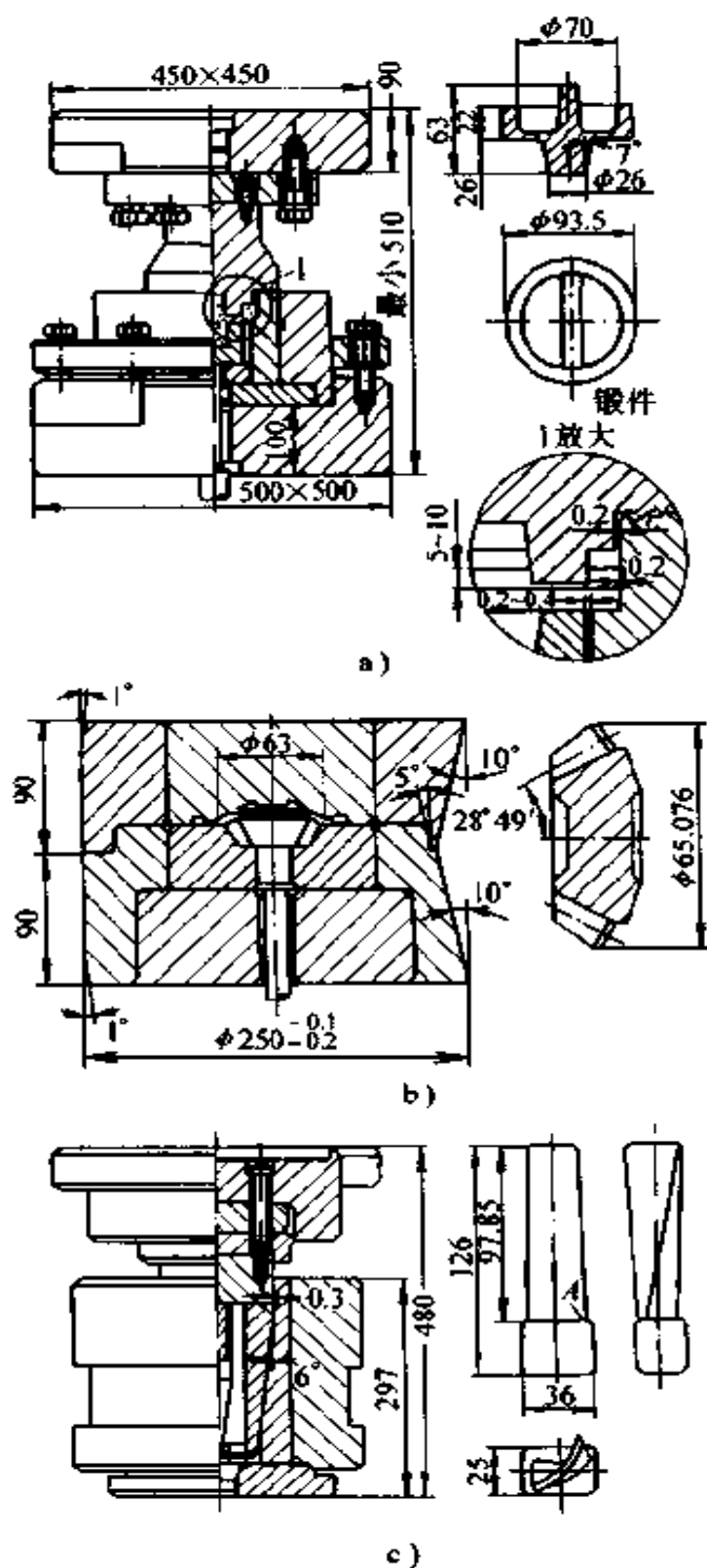


图 9-11 高速锤模具示例

采用开式模（见图 9-11b）。用于挤压扭叶片等锻件的可分式模具（见图 9-11c），这种模具使用时劳动强度大，锻件在模具中停留时间长，不适合大尺寸锻件和大批量生产。

17. 什么叫多向模锻？

答：多向模锻是在模具中，用几个冲头自不同方向同时或依次对坯料加压以获得形状复杂精密锻件的模锻工艺。

多向模锻能锻出具有凹面及凸肩的复杂外形，并可以同时锻出多向孔穴，锻件一般无需模锻斜度。多向加压改变了金属的变形条件，提高了塑性，适宜于模锻塑性较差的高合金钢和其他合金材料。

多向模锻一般在多向锻造水压机上进行。美、日等国已生产系列多向锻造（三动或四动）压力机，一般合模压力为穿孔压力的 2~3 倍。

例如航空零件下套筒采用多向模锻，效益显著，模具结构如图 9-12 所示。其经济效益对比见表 9-5。

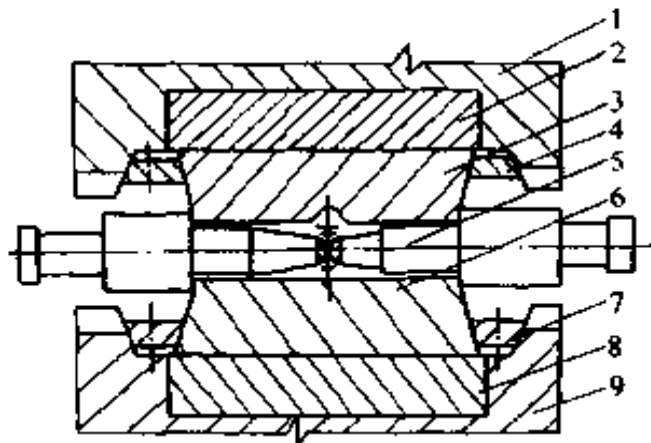


图 9-12 下套筒的模具结构

1—上模座 2—上垫板 3—上凹模 4—上压板 5—冲头

6—下凹模 7—下压板 8—下垫板 9—下模座

表 9-5 下套筒多向模锻和普通模锻的效益对比

工艺	锻造工序数	零件质量 /kg	锻件质量 /kg	毛坯质量 /kg	材料利用率 (%)	机加工工时 /h
普通模锻	19	0.76	8.80	10.0	7.6	3.08
多向模锻	8	0.76	5.05	5.12	14.9	2.38

18. 阀体类锻件多向模锻成形方式有几种?

答：阀体类锻件是在闭合模具的型腔内进行模锻和挤压成形。在模具闭合的过程中，坯料可以产生变形，也可以不产生变形；在模具闭合后，主冲头以挤压变形为主完成终锻，得到所需的复杂形状。有如下三种成形方法：

1) 垂直分模法（见图 9-13a），其左、右模闭合时进行顶锻或预锻，然后主冲头垂直加压力于坯料，完成冲孔或挤压成形。

2) 水平分模法（见图 9-13b），其上、下模闭合时进行预锻，然后左、右冲头完成冲孔及挤压成形。

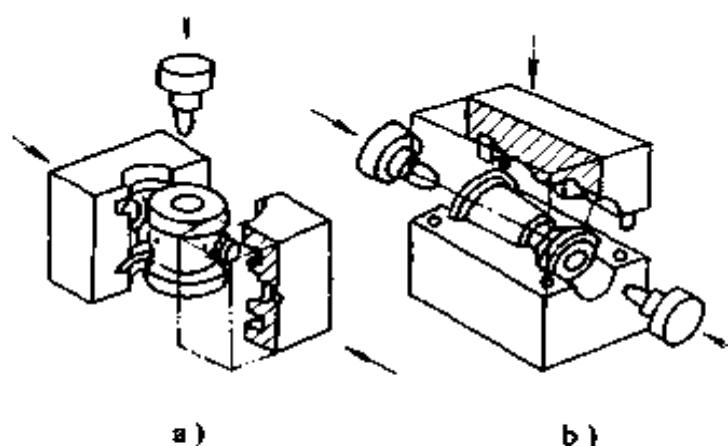


图 9-13 多向模锻示意图

a) 垂直分模法 b) 水平分模法

3) 水平分模兼垂直穿孔法，其上、下模闭合时进行预锻，然后两个水平冲头冲孔挤压，最后上模的内置式冲头再进行穿孔完成终锻。

19. 叉类锻件锻造模具结构有何特点？

答：叉类锻件采用多向模锻，其锻造模具结构如图 9-14 所示。

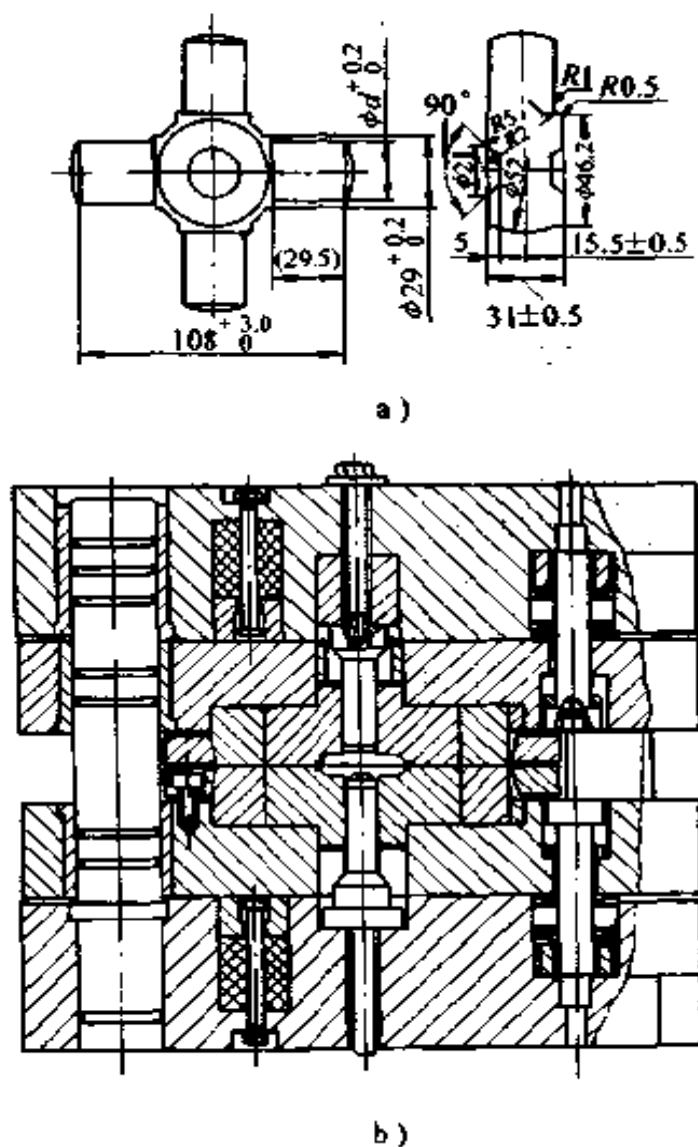


图 9-14 叉类锻件锻造模具结构图

a) 锻件 b) 模具

20. 大型柴油机曲轴弯曲锻模结构有何特点？

答：曲轴的弯曲锻模采用多向模锻。曲轴端部的法兰也可用此模锻出，但只适合于锻造具有椭圆形拐颈的曲轴，不宜于锻造具有整体平衡块的曲轴。现在实用的模具结构有两种（见图 9-15），一种是利用杠杆原理实现水平锻，称为 TR 法（见图 9-15b）；另一种是利用斜面进行水平锻，称为 RR 法（见图 9-15a）。TR 法的水平锻 p 是随滑块的下压行程而增大的，更符合锻件变形的要求，比 RR 法更为合理，目前国内外应用较多。

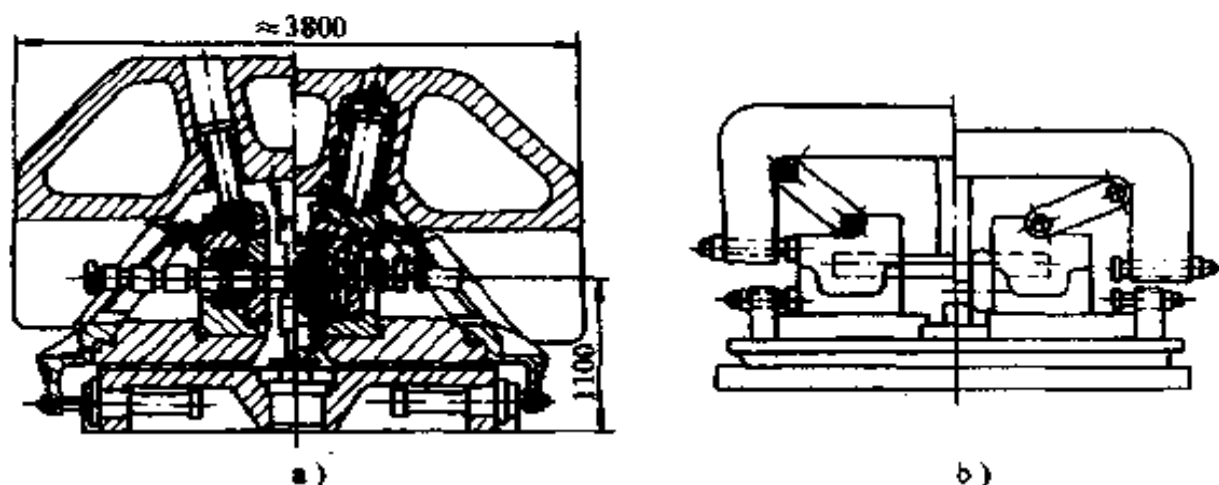


图 9-15 大型柴油机曲轴弯曲锻模

a) RR 法锻模 b) TR 法锻模

21. 超塑性模锻模具结构有何特点？

答：超塑性锻造工艺过程是将已具备超塑性的毛坯材料加热到超塑成形所需要的温度，以超塑变形所允许的变形应变速率作等温锻造成形。超塑锻造温度一般为 $(0.5 \sim 0.7) T_m$ (T_m 为材料的热力学熔化温度)。

黄铜衬套超塑性模锻的模具结构如图 9-16 所示。

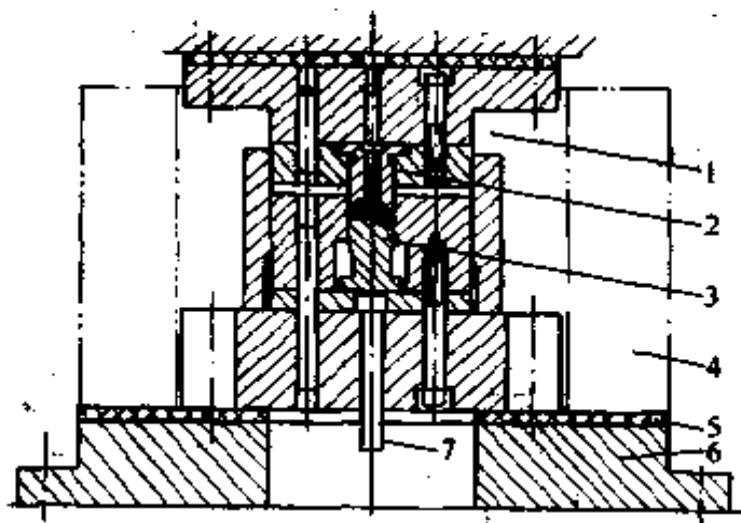


图 9-16 黄铜衬套超塑性模锻的模具示意图

1—限位块 2—上模 3—下模 4—电炉
5—石棉垫板 6—垫板 7—顶杆

22. 什么叫液态模锻？其工艺有何特点？

答：液态模锻是用熔融金属做原料，直接浇入金属模腔内，然后以一定的压力作用于液态或半固态金属上，使之结晶并产生一定程度的塑性变形，生产出所需的锻件。

液态模锻实质上是铸造与锻造的组合工艺，它既具有铸造（压力铸造）工艺简单、成形复杂形状及成本低的优点，又具有锻造产品内部质量好及成形精度高的特点。

液态模锻所需的成形压力比普通模锻的压力小得多，由于液态金属良好的填充性能，往往只需一般模锻压力的 $1/5$ 左右，同时成形所需的工序少。

由于模具承受能力所限，液态模锻主要适用于生产铝合金活塞、镍黄铜的高压阀体、仪表外壳及铜合金涡轮、球墨铸铁齿轮及钢法兰盘等，以非铁合金件为主，用于钢制件尚

有一定的局限性。

23. 液态模锻铝合金活塞模具结构有何特点？

答：铝合金 2A90（原 LD8）柴油机活塞采用液态模锻，其工件图如图 9-17 所示。模具结构如图 9-18 所示。

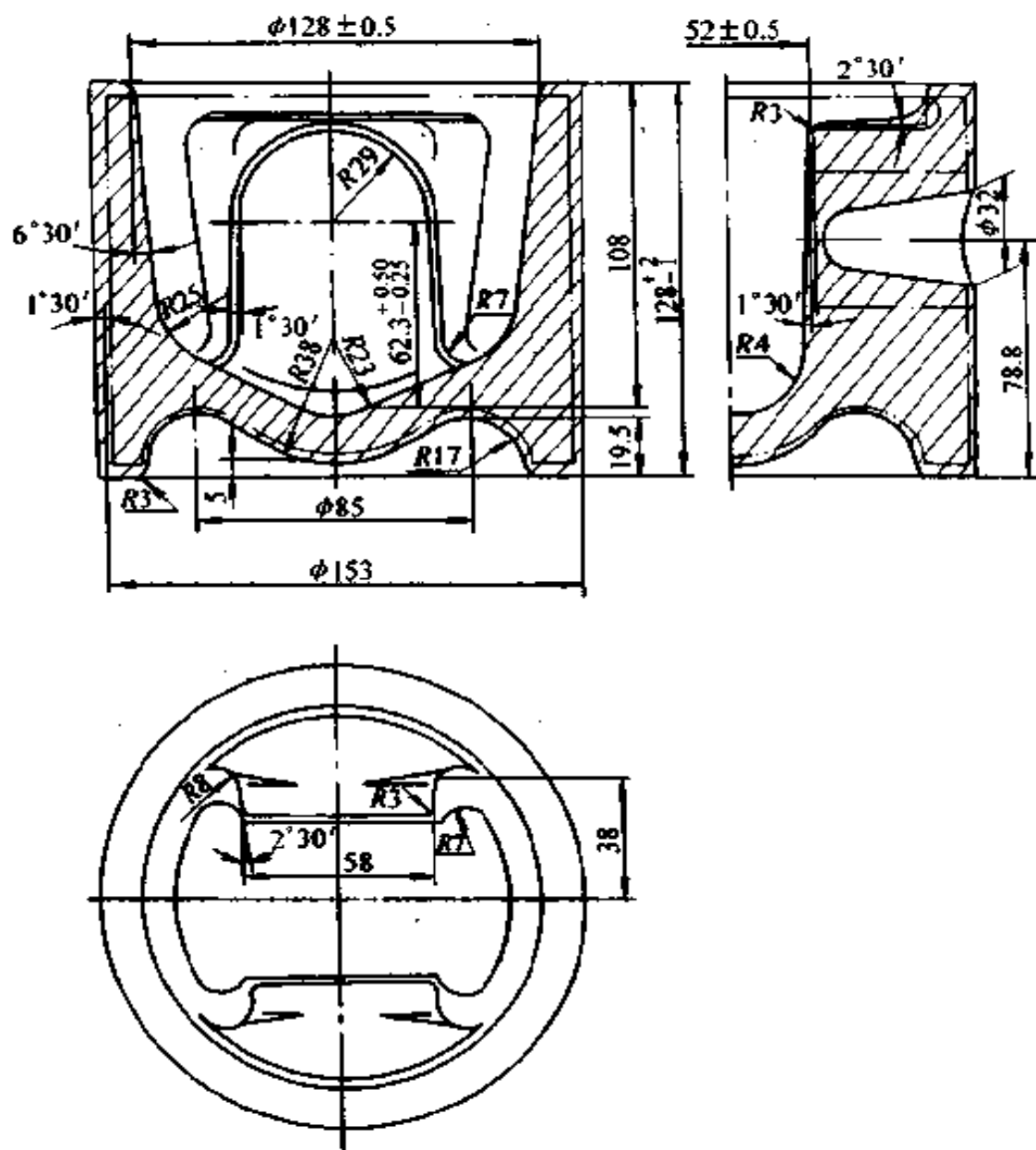


图 9-17 活塞工件图

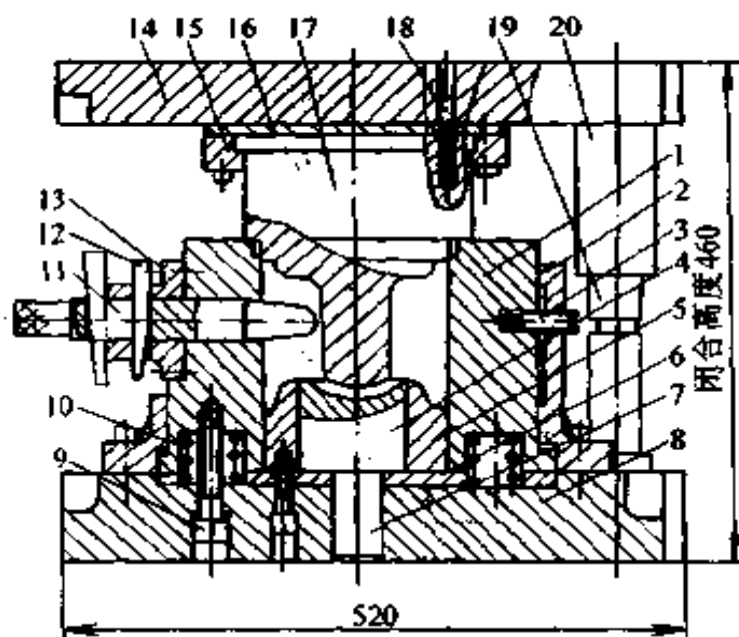
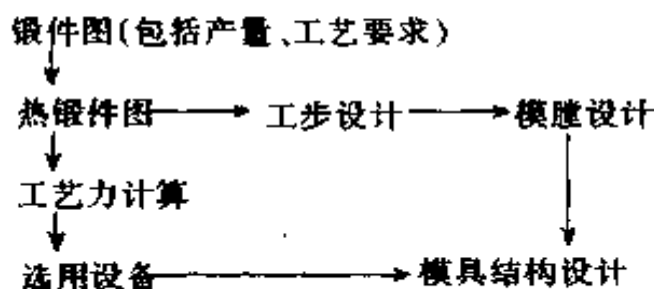


图 9-18 模具结构示意图

- 1—凹模 2—凹模外套 3—导向销 4—顶块 5—凹模镶块
 6—凹模垫板 7—内顶杆 8—下模板 9—内六角螺钉 10—反压弹簧
 11—轴销 (左右对称) 12—斜楔 13—轴销座 14—上模板
 15—冲头固定板 16—冲头垫板 17—冲头
 18—定位销 19—导套 20—导柱

24. 锻模设计程序是什么？

答：锻模设计是在模锻工艺设计基础上进行的。通常按下述程序进行：



25. 锤锻模结构形式有何特点？

答：锤锻模是在模锻锤上使坯料成形为模锻件或其半成品的模具。

锤锻模以整体结构为主，如图 9-19 所示，由上模体 6 和下模体 1 组成，在其承击面上布置模膛。承击能力大，适用于大批量生产。

为了节约模具钢，也可采用镶块锻模，如图 9-20 所示，把镶块镶在模体上。但镶块紧固的可靠性不够理想，对锻件尺寸稳定性有一定影响，多用于批量不大的生产。

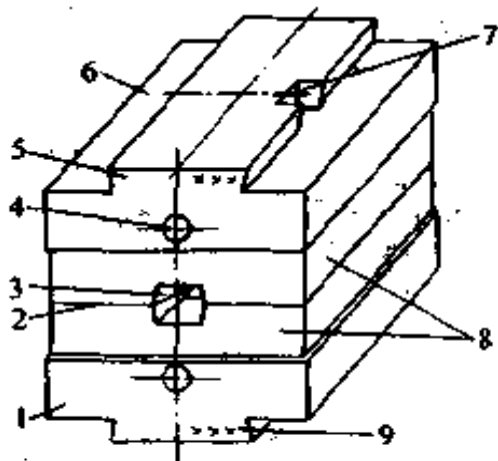


图 9-19 锤锻模

1—下模体 2—承击面 3—钳口 4—起吊孔 5—燕尾
6—上模体 7—键槽 8—检验面 9—标记

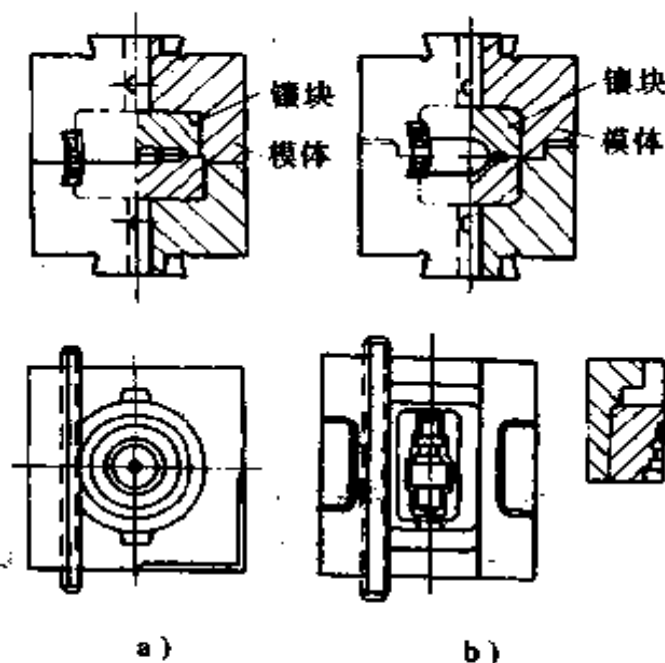


图 9-20 镶块锻模

a) 圆形镶块锻模 b) 矩形镶块锻模

26. 锤锻模终锻模膛设计应考虑哪些方面?

答：终锻模膛是模锻中最后成形的模膛。主要依照热锻件图设计、制造和检验，并选择适当的飞边槽形式。设计时应考虑：

- 1) 锻件的复杂部分尽可能置于上模。
- 2) 模膛易磨损处的尺寸，可在锻件负公差范围内增加一层磨损量，以延长锻模寿命。
- 3) 模膛深凹处易积存氧化皮，妨碍金属充满，应在该部位适当加深模膛尺寸。
- 4) 锻锤吨位偏小时，可适当减小终锻模膛深度，反之增大。
- 5) 当切边冲孔可能使锻件变形而影响余量时，应在该部位适当加大模膛尺寸。
- 6) 开式模锻的终锻模膛周边必须设有飞边槽。




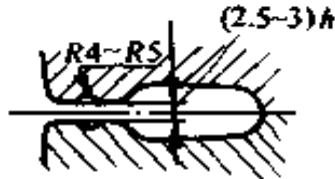
27. 飞边槽的形式及用途有哪些？飞边槽尺寸如何确定？

答：飞边槽能增大金属流出模膛的阻力，有助于金属充满模膛，减弱上、下模的打击和容纳多余金属。其形式、用途和尺寸选择见表 9-6 和表 9-7。

表 9-6 飞边槽形式及用途

形式	简 图	用 途
I		桥部位于上模，上模温度较低，不易过热和磨损。用于一般锻件

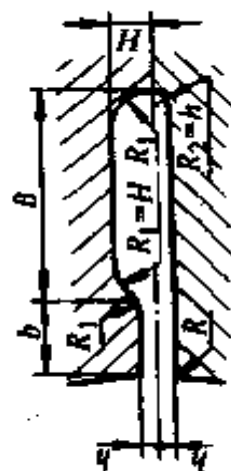
(续)

形式	简 图	用 途
II		<p>桥部位于下模，用于切边时需将锻件翻转或整个锻件均在下模中成形</p>
III		<p>仓部较大，可容纳较多的多余金属。用于大型、复杂锻件</p>
IV		<p>与型式III相似，加宽了下模桥部，提高了寿命。多用于锻造温度高、受力大的较大锻件</p>
V		<p>桥部增加阻力沟，以便增大金属外流阻力，迫使金属充满深凹复杂的模腔。多应用于局部</p>

注：飞边槽靠近型腔、深度较浅的部分叫桥部，其余部分叫仓部。

表 9-7 飞边槽尺寸

锻锤规格 /t	h /mm	H /mm	b /mm	B /mm	R /mm	备注
1	0.5~0.8	4	8	22~25	1.5	齿轮锁扣 $b_1 = 30$
2	0.9~1.1	4	10	25~30	2.5	齿轮锁扣 $b_1 = 40$
3	1.2~1.5	5	12	30~40	3	齿轮锁扣 $b_1 = 45$
5	1.5~2	6	12~14	40~50	3	齿轮锁扣 $b_1 = 55$
10	2~3	8	14~16	50~60	3	
16	3~4.5	10	16~18	60~80	4	



注:1. 锻锤吨位偏大或偏小时, h 适当减小或增大。

2. 锻件较复杂时, b 、 b_1 适当增大。

28. 预锻模膛的作用是什么？

答：预锻模膛是使坯料在制坯工序后进一步变形，以保证终锻时获得成形饱满、无折叠和裂纹等缺陷的锻件。同时减少终锻模膛的磨损，提高使用寿命。

设计时，基本根据热锻件图，仅稍作修改。

1) 模锻斜度一般与终锻相同。模膛局部深凹处应适当加大斜度，但模面上模膛宽度不得大于终锻模膛。

2) 垂直截面上模膛圆角半径 R_1 (mm) 按式 (9-1) 确定

$$R_1 = R + C \quad (9-1)$$

式中 R ——终锻模膛相应处圆角半径 (mm)；

C ——参数 (按表 9-8 确定)。

表 9-8 c 值 (mm)

所在部位模膛深度	<10	10~25	25~50	>50
c	2	3	4	5

3) 锻件高度方向较小的突起，在预锻中可予简化，不必锻出。

29. 枝芽状锻件的预锻模膛有何特点？

答：对于水平投影上锻件尺寸差别较大或急剧转弯处 (见图 9-21) 及枝芽状锻件 (见图 9-22)，为了使金属易于向分枝方向流动，应增大该处圆角半径、简化形状；必要时还可在飞边桥部增设阻力沟。

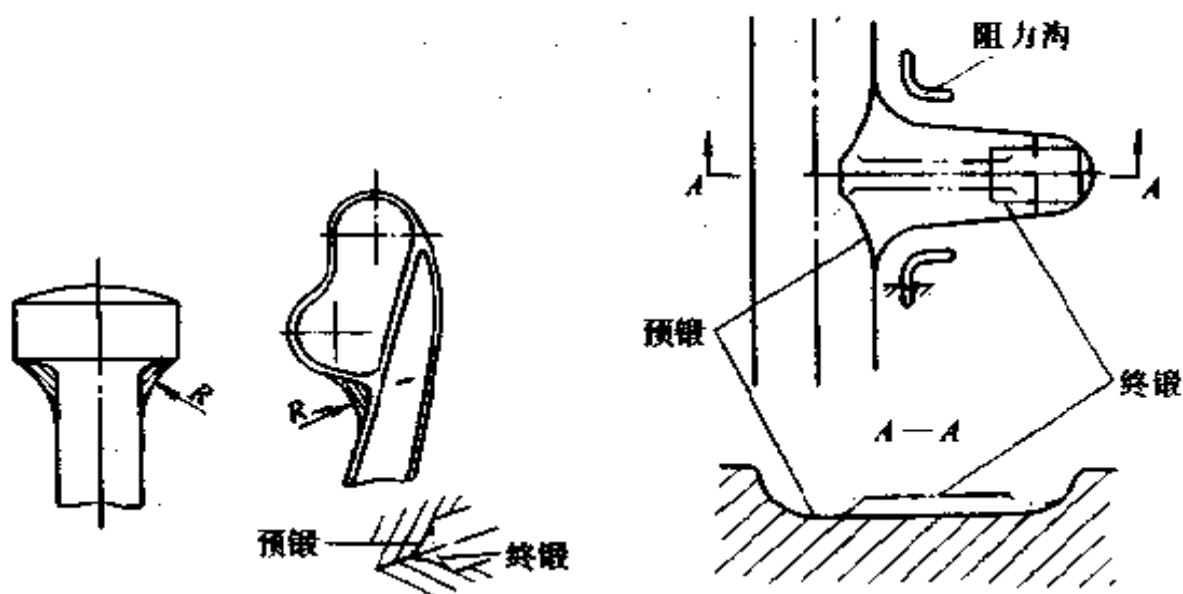


图 9-21 预锻模膛

图 9-22 枝芽状锻件的预锻模膛

30. 预锻模膛上劈料台的作用是什么？

答：叉形锻件，在预锻模膛中采用劈料台（见图 9-23）进行分料。一般用如图 9-23a 所示型式劈料台；当叉部较窄时，可选用如图 9-23b 所示型式劈料台。

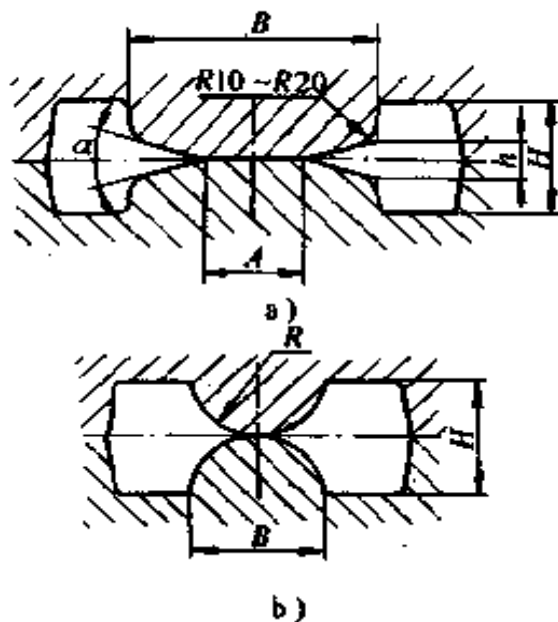


图 9-23 劈料台

$A \approx 0.25B$ $5 < A < 30$ $h = (0.4 \sim 0.7) H$
 $\alpha = 10^\circ \sim 45^\circ$, 依 h 而定, $\alpha > 45^\circ$ 时, 选用 b 型

31. 工字形截面预锻模膛有何特点？

答：工字形截面预锻模膛宽度可比终锻模膛减小1~2mm，圆角半径适当加大（见图9-24）。为避免产生折叠（见图9-25），预锻模膛截面应小于或等于终锻模膛。

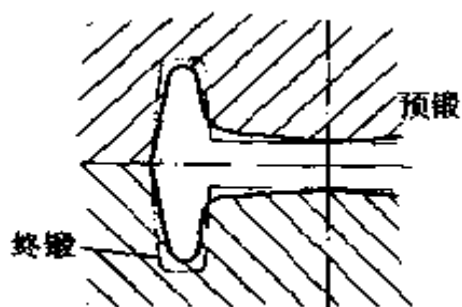


图 9-24 工字形截面预锻模膛

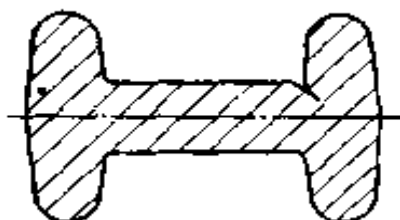


图 9-25 折叠

32. 预锻模膛应如何加大倾斜分模面间隙？

答：对带有落差和平衡锁扣的锻件，预锻模膛的倾斜分模面应加大间隙，以容纳多余金属，如图9-26中B—B。

厚度 $<10\text{mm}$ 的扁薄锻件，由于在终锻模膛中不易定

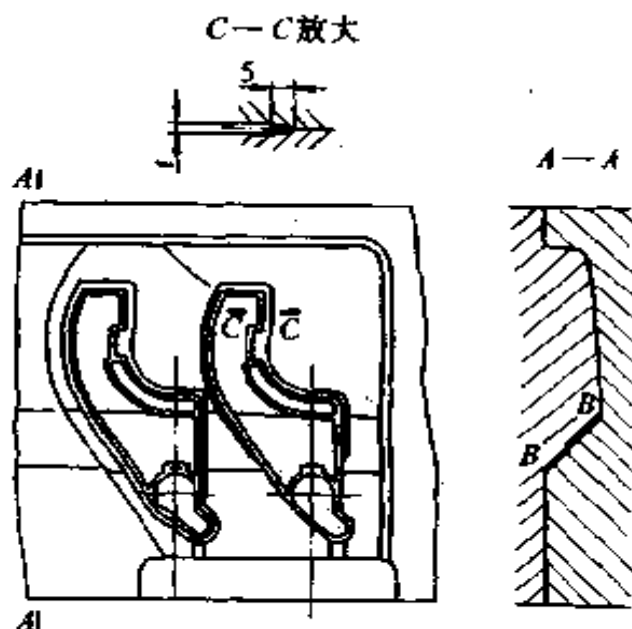


图 9-26 加大倾斜分模面间隙

位，可将预锻模膛扁薄部分外周制成斜坡，如图 9-26 中 C—C。

33. 拔长模膛的形式及结构有哪些？

答：拔长模膛是用来减少坯料某部的横断面，以增加其长度、分配金属。其形式与结构尺寸见表 9-9。

34. 滚压模膛的形式及结构有哪些？

答：滚压模膛是用来减小坯料某部横断面和增加另一部分横断面，并少量增加坯料长度，以分配金属，使其接近计算毛坯的形状，滚光表面，去除氧化皮。其形式与结构见表 9-10。

35. 弯曲模膛的形式及结构有哪些？

答：弯曲模膛是用来使坯料获得与锻件水平投影相似的形状。其形式与结构见表 9-11。

36. 卡压模膛的作用是什么？成形模膛的作用是什么？

答：卡压模膛是用来略为减小坯料高度而增加宽度，并使头部稍有聚料。其结构与滚压模膛相似。

成形模膛是用来使坯料获得与终锻模膛在分模面上近似的形状。其结构与弯曲模膛相似。

37. 墩粗台的形状和尺寸如何确定？

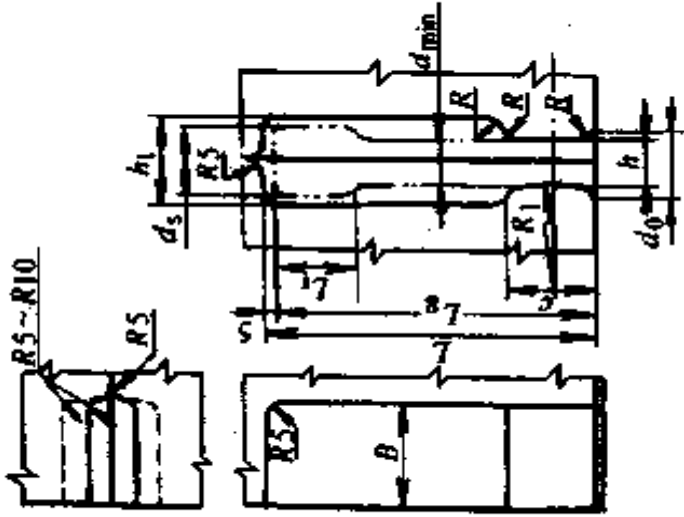
答：墩粗台的形状如图 9-27 所示，其作用是使坯料减小高度，增大水平尺寸，以便在锤击变形前将终锻模膛覆盖，从而防止产生折叠，并去除氧化皮。其尺寸可参照表 9-12 选择。

38. 压扁台的尺寸如何确定？

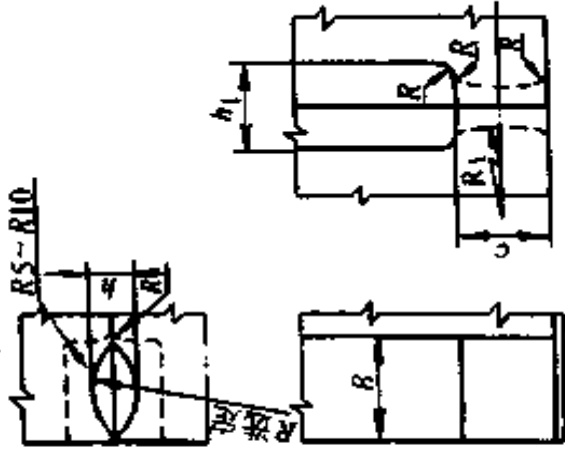
答：压扁台是用来压扁坯料增大宽度的，如图 9-28 所示。

(mm)

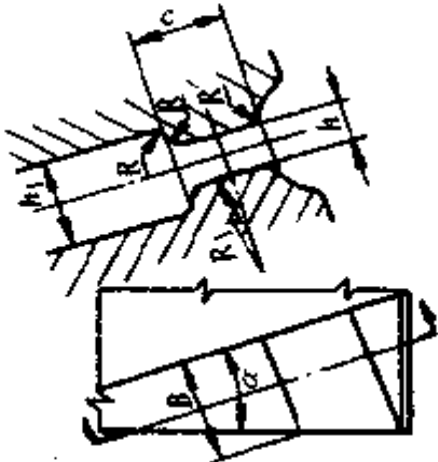
表 9-9 拔长模膛形式与尺寸

形式	简 图	特 点	尺 寸 计 算												
按模膛形式分		<p>制造容易, 操作方便, 应用较广</p>	<p>1. 拔长口高度</p> $h = K_1 \sqrt{V_g / L_g} \text{ (需液压)}$ $h = K_2 d_{\min} \text{ (不液压)}$ <p>式中 V_g—计算毛坯杆部体积(mm^3) L_g—计算毛坯杆部长度 d_{\min}—计算毛坯最小直径 K_1, K_2—系数</p> <table border="1" data-bbox="1005 347 1220 772"> <tr> <td>L_g</td> <td><200</td> <td>200~500</td> <td>>500</td> </tr> <tr> <td>K_1</td> <td>0.85</td> <td>0.8~0.75</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>K_2</td> <td>0.9</td> <td>0.85</td> <td>0.8</td> </tr> </table>	L_g	<200	200~500	>500	K_1	0.85	0.8~0.75	0.7	K_2	0.9	0.85	0.8
L_g	<200	200~500	>500												
K_1	0.85	0.8~0.75	0.7												
K_2	0.9	0.85	0.8												

(续)

形式	筒图	特点	尺寸计算												
按模膛形式分		仅用于细长锻件	<p>2. 拔长口长度 $c = K_3 d_0$</p> <table border="1" data-bbox="703 226 995 920"> <tr> <td>L_0</td> <td>$< 1.2 d_0$</td> <td>$(1.2 \sim 1.5) d_0$</td> <td>$(1.5 \sim 3) d_0$</td> <td>$(3 \sim 4) d_0$</td> <td>$> 4 d_0$</td> </tr> <tr> <td>K_3</td> <td>1</td> <td>1.2</td> <td>1.4</td> <td>1.5</td> <td>2</td> </tr> </table> <p>表中 d_0—毛坯直径 L_0—毛坯拔长部分原始长度 K_3—系数</p>	L_0	$< 1.2 d_0$	$(1.2 \sim 1.5) d_0$	$(1.5 \sim 3) d_0$	$(3 \sim 4) d_0$	$> 4 d_0$	K_3	1	1.2	1.4	1.5	2
L_0	$< 1.2 d_0$	$(1.2 \sim 1.5) d_0$	$(1.5 \sim 3) d_0$	$(3 \sim 4) d_0$	$> 4 d_0$										
K_3	1	1.2	1.4	1.5	2										

(续)

形式	简图	特点	尺寸计算											
直式		模膛中心线与燕尾中心线平行, 应用较广	<p>3. 模膛宽度 $B = K_4 d_0$</p> <p>式中 K_4—系数</p> <table border="1" data-bbox="831 271 1046 869"> <tr> <td>d_0</td> <td><40</td> <td>40~80</td> <td>>80</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">K_4</td> <td>直式</td> <td>1.7</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>斜式</td> <td>1.7</td> <td>1.3</td> </tr> </table>	d_0	<40	40~80	>80	K_4	直式	1.7	1.5	斜式	1.7	1.3
d_0	<40	40~80	>80											
K_4	直式	1.7	1.5											
	斜式	1.7	1.3											
斜式		模膛较多、难于布排时采用, $\alpha \leq 20^\circ$, 以坯料不碰膛柱为原则												

按模膛排列分

(续)

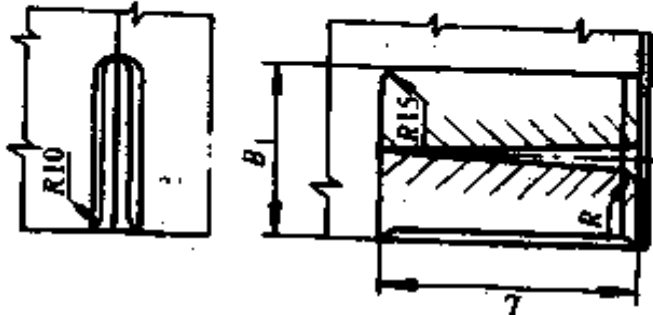
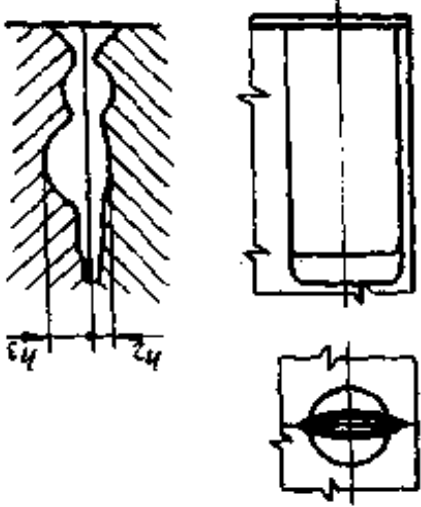
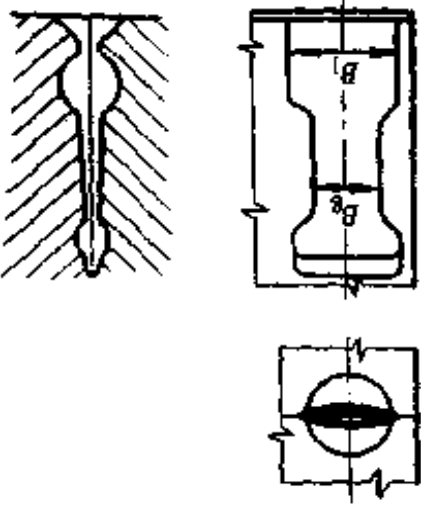
形式	简图	特点	尺寸计算										
拔长台		<p>留在分模面上(或斜面上)。供坯料拔长部分较短或钳夹头拔长用</p>	<p>4. 其他尺寸 圆角 $R = 0.25c$ $R_1 = 10R$ 模膛高 $h_1 = 2h$ 或 $1.2d_s$ 式中 d_s—小头直径 拔长模膛及拔长台长度 $L = L_g + 10$ 拔长台宽度 $B_1 = (1.4 \sim 1.6)d_0$ 拔长台边缘倒角 R_0</p> <table border="1" data-bbox="1085 1523 1228 1724"> <tr> <td>d_0</td> <td>< 30</td> <td>30 ~ 60</td> <td>60 ~ 100</td> <td>> 100</td> </tr> <tr> <td>R_0</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> </tr> </table>	d_0	< 30	30 ~ 60	60 ~ 100	> 100	R_0	10	15	20	25
d_0	< 30	30 ~ 60	60 ~ 100	> 100									
R_0	10	15	20	25									

表 9-10 滚压模膛形式与尺寸 (mm)

形式	简图	特点	尺寸计算																	
封闭式		金属横向往流小, 轴向流动大, 聚料效果好, 应用较广。	1. 模膛各部分高度 $h_i = K \sqrt{F}$ <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">d_0</th> <th colspan="2">K</th> </tr> <tr> <th>$A < A_0$</th> <th>$A > A_0$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 30</td> <td>闭式 0.9</td> <td>开式 0.85</td> </tr> <tr> <td>$30 \sim 60$</td> <td>0.85</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <td>> 60</td> <td>0.8</td> <td>0.75</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0.8</td> <td>0.75</td> </tr> </tbody> </table>	d_0	K		$A < A_0$	$A > A_0$	< 30	闭式 0.9	开式 0.85	$30 \sim 60$	0.85	0.8	> 60	0.8	0.75		0.8	0.75
d_0	K																			
	$A < A_0$	$A > A_0$																		
< 30	闭式 0.9	开式 0.85																		
$30 \sim 60$	0.85	0.8																		
> 60	0.8	0.75																		
	0.8	0.75																		
开放式		聚料效果不及闭式, 适于叉形锻件制坯, 操作方便。	表中 K—系数 A—计算毛坯相应部分截面积(mm^2) A_0 —选用毛坯截面积(mm^2) d_0 —选用毛坯直径 杆部较长时, 模膛可制出 α 为 $2^\circ \sim 3^\circ$ 的斜度, 以利于金属流向头部。																	

(续)

形式		筒图	特点	尺寸计算	
混合式			头部开式, 杆部闭式。适用于头部有冲孔或劈料的锻件	坯料型式	闭式
				原坯料	开式
不对称闭式			上下模膛不对称, 适用于 $\frac{h_1}{h_2} < 1.8$ 的不对称锻件制坯	2. 模膛宽度 B	
				拔长后坯料	闭式
闭式不对称滚压模膛: $B_1 = 2.2h_1$ 闭式不等宽滚压模膛: 杆部模膛宽度 $B_g = 1.25 \frac{A_g}{h_{\min}}$ 头部模膛宽度 $B_t = 1.1d_{\max}$ 长度 $> 600\text{mm}$ 的轴类锻件: $B = 2d_0$ 小型锻件计算宽度 $B < 45\text{mm}$ 时, 则取 45mm 式中 A_g —计算毛坯杆部平均截面积 (mm^2) d_{\max} —计算毛坯最大直径 h_{\min} —模膛最小高度					
3. 模膛长度 L 直长轴锻件模膛长度等于热锻件长度; 无拉伸弯					

(续)

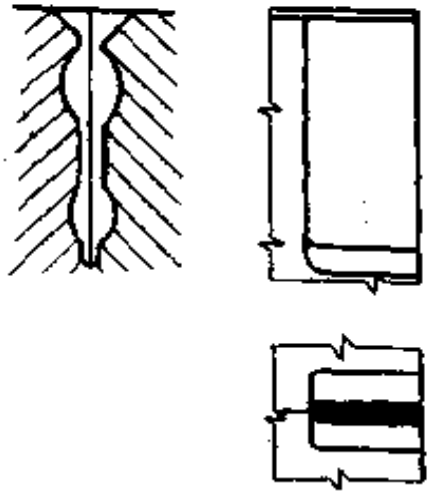
形式	简图	特点	尺寸计算																																										
不等宽闭式		<p>适用于 $\frac{B_1}{B_2} \geq 1.5$ 的锻件</p>	<p>曲锻件,可按距弯曲内侧径向 $\frac{1}{3}$ 处中心线展开得出;有明显拉伸弯曲锻件,按锻件水平投影确定</p> <p>4. 钳口与尾部尺寸(见闭式简图)</p> <table border="1" data-bbox="758 257 1173 929"> <thead> <tr> <th>d_0</th> <th>a</th> <th>c</th> <th>R_3</th> <th>h</th> <th>R</th> <th>m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><30</td> <td>4</td> <td>20</td> <td>5</td> <td>10~12</td> <td>8</td> <td>15~20</td> </tr> <tr> <td>30~50</td> <td>6</td> <td>25</td> <td>5</td> <td>12~16</td> <td>8</td> <td>20~25</td> </tr> <tr> <td>50~80</td> <td>8</td> <td>30</td> <td>10</td> <td>16~20</td> <td>10</td> <td>25~30</td> </tr> <tr> <td>80~100</td> <td>10</td> <td>35</td> <td>10</td> <td>20~26</td> <td>12</td> <td>30~38</td> </tr> <tr> <td>>100</td> <td>12</td> <td>40</td> <td>10</td> <td>>26</td> <td>15</td> <td>>40</td> </tr> </tbody> </table>	d_0	a	c	R_3	h	R	m	<30	4	20	5	10~12	8	15~20	30~50	6	25	5	12~16	8	20~25	50~80	8	30	10	16~20	10	25~30	80~100	10	35	10	20~26	12	30~38	>100	12	40	10	>26	15	>40
d_0	a	c	R_3	h	R	m																																							
<30	4	20	5	10~12	8	15~20																																							
30~50	6	25	5	12~16	8	20~25																																							
50~80	8	30	10	16~20	10	25~30																																							
80~100	10	35	10	20~26	12	30~38																																							
>100	12	40	10	>26	15	>40																																							

表 9-11 弯曲模膛形式与尺寸 (mm)

形式	简图	特点	尺寸计算																				
自由弯曲式		坯料在略 有拉伸条件 下弯曲成 形,适用于 圆浑弯曲 件	1. 模膛形状依热锻件图水平投影外形用作图法得出 2. 模膛深度 $h \leq (0.8 \sim 0.9)b$ 式中 b —锻件相应截面宽度,易氧化皮部位,可适当加深 3. 模膛宽度 B <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th>原 坯 料</th> <th>拔长、滚压后坯料</th> </tr> <tr> <td>$B = \frac{A_0}{h_{\min}} + (10 \sim 20)$</td> <td>$B = \frac{A_1}{h_{\min}} + (10 \sim 20)$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>且 $B \geq \frac{A_{\max}}{h_2} + (10 \sim 20)$</td> </tr> </table> 表中 A_0 —坯料截面积(mm^2) A_1 —模膛最小深度处坯料截面积(mm^2) A_{\max} —坯料最大截面积(mm^2) h_{\min} —模膛最小深度 h_2 —相应于坯料最大截面处的模膛深度 4. 上下模间隙 Δ <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th>设备规格/Δ</th> <th><1</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>5</th> <th>10~16</th> </tr> <tr> <td>Δ</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> </table> 5. 其他 模膛急变弯曲部位应制成较大圆角,以防止终锻时产生折纹;上下模突出分模面高度应大致相等(即 $z_1 \approx z_2$);模膛突出部分截面应制成弧形凹坑, $h_1 = (0.1 \sim 0.2)h$, h 为相应模膛深度;下模应设两个支点,将坯料水平支承;模膛末端制出挡料台以便定位,如坯料经过滚压,可采用钳口定位	原 坯 料	拔长、滚压后坯料	$B = \frac{A_0}{h_{\min}} + (10 \sim 20)$	$B = \frac{A_1}{h_{\min}} + (10 \sim 20)$		且 $B \geq \frac{A_{\max}}{h_2} + (10 \sim 20)$	设备规格/ Δ	<1	1	2	3	5	10~16	Δ	3	4	5	6	7	8
原 坯 料	拔长、滚压后坯料																						
$B = \frac{A_0}{h_{\min}} + (10 \sim 20)$	$B = \frac{A_1}{h_{\min}} + (10 \sim 20)$																						
	且 $B \geq \frac{A_{\max}}{h_2} + (10 \sim 20)$																						
设备规格/ Δ	<1	1	2	3	5	10~16																	
Δ	3	4	5	6	7	8																	
夹紧弯曲式		坯料在明显拉伸条件下弯曲成形。适用于多处弯曲,急变弯曲件																					

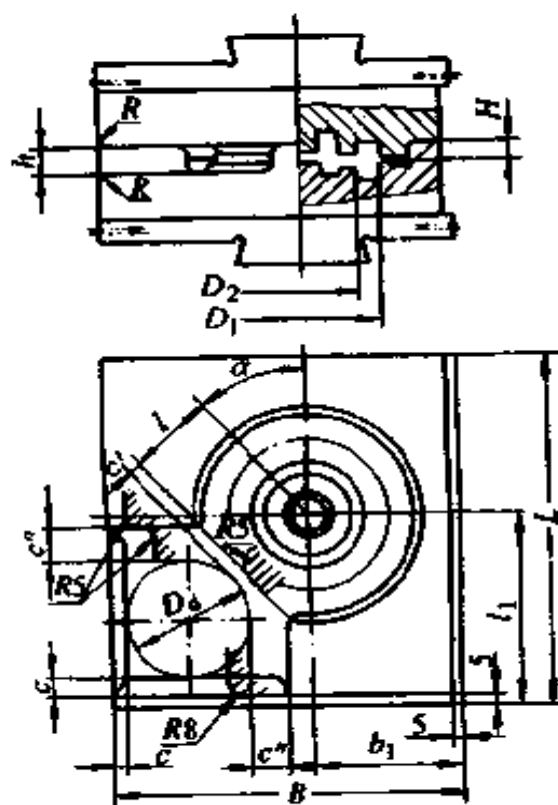


图 9-27 镦粗台

表 9-12 镦粗台尺寸

(mm)

坯料镦粗台			键槽中心 线位置	燕尾中心 线位置
直径 D_d	高度 h	至各边缘距离		
		c c' c''		
$D_2 < D_d < D_1$	$h = \frac{V_0}{\frac{\pi}{4} D_d^2}$	10~15 5~10 15~20	$\frac{l_1}{L-l_1} < 1.4$	$\frac{B-b_1}{b_1} < 1.4$

表中 V_0 ——计算毛坯体积 (mm^3)。

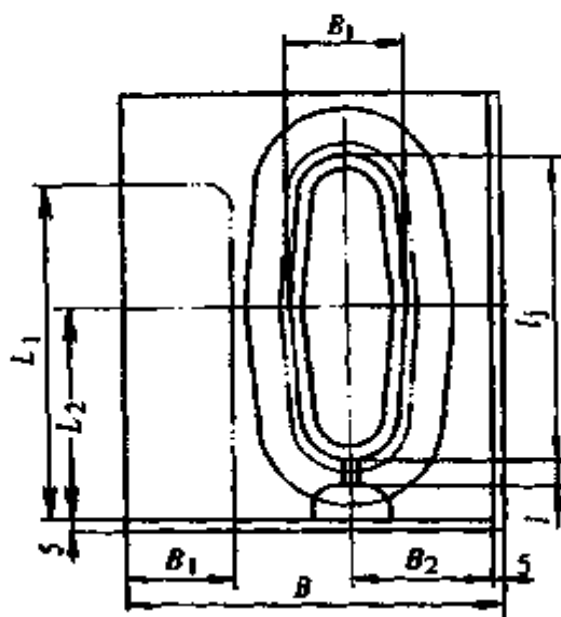


图 9-28 压扁台

压扁台的尺寸计算如式 (9-2)、(9-3)

$$L_1 = L_0 + (20 \sim 40) \quad (9-2)$$

$$B_1 = (1.2 \sim 1.5) D_0 \quad (9-3)$$

式中 L_0 ——坯料长度 (mm);

D_0 ——坯料直径 (mm)。

39. 切断模膛所用的切刀分几类?

答: 切断模膛是用来切断棒料上的锻件, 以便实现连续模锻或一棒多次模锻。其所用切刀有以下几类:

1) 前切刀 (见图 9-29)。多位于锻模右前角或左前角, 操作方便, 生产率高。

2) 后切刀 (见图 9-30)。多位于锻模左后角。

3) 联合切刀 (见图 9-31)。滚压时进行切断, 生产率高。

各类切刀根据模膛布排与操作方便, α 常用 $15^\circ \sim 20^\circ$ 。

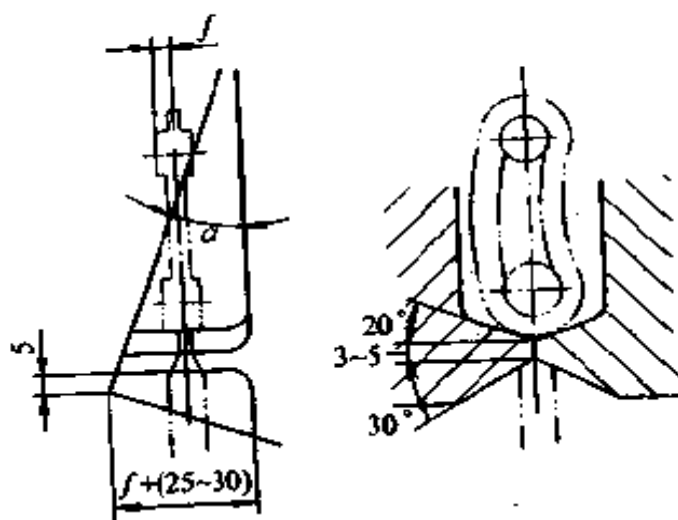


图 9-29 前切刀

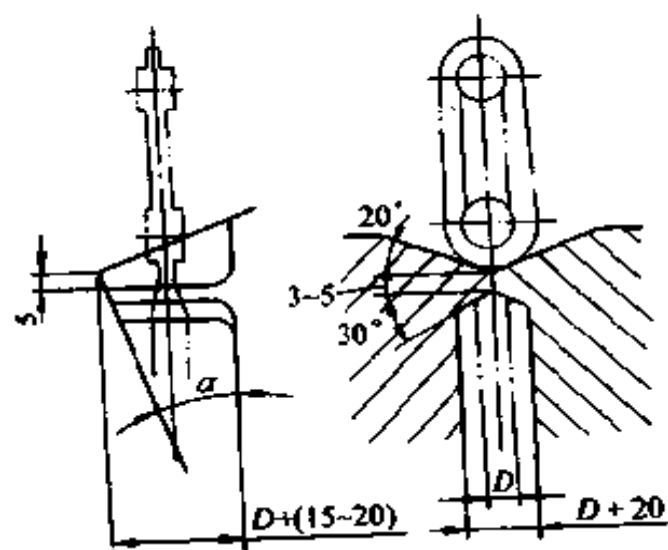


图 9-30 后切刀

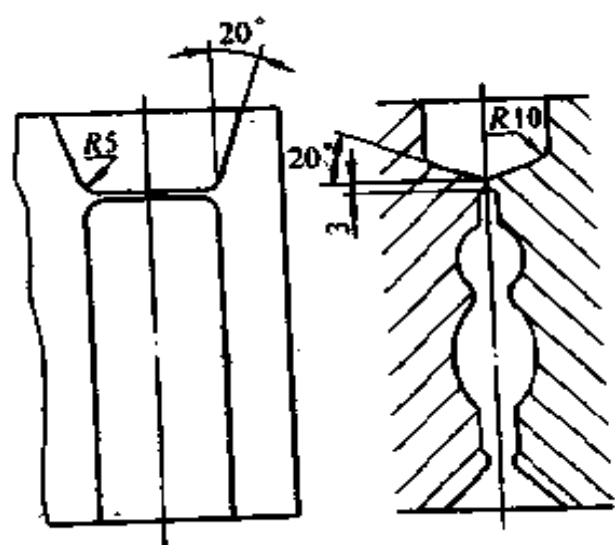


图 9-31 联合切刀

40. 锤锻模模膛布排原则是什么？

答：模膛布排原则如下：

- 1) 设有预锻模膛时，终锻模膛中心应与锻模中心重合。
- 2) 同时有预锻模膛和终锻模膛时，应分别布排在锻模燕尾中心线两侧， $s_1 = L/3$ （见图 9-32），且不超出表 9-13 中的数值。

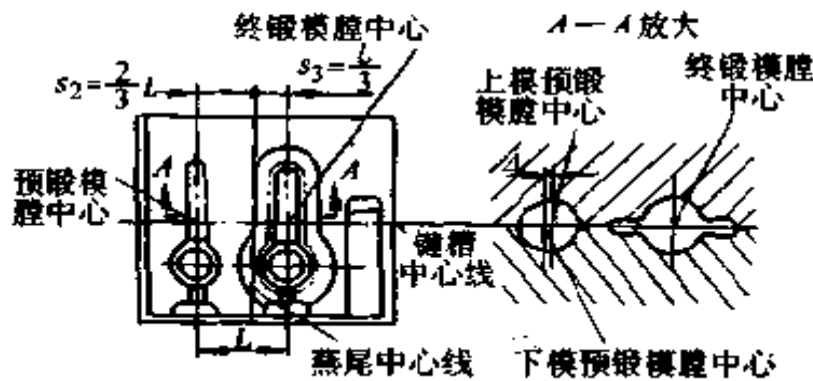


图 9-32 模膛的排列

表 9-13 s_1 值 (mm)

锻锤规格/t	1	1.5	2	3	5	10
s_1	25	30	40	50	60	70

- 3) 预锻模膛中心线不超出燕尾宽度。

4) 当 $L/5 < s_1 < L/3$ 时，预锻模膛可采用反向预错方式抵销预锻时偏心力矩引起的错移（见图 9-32 中 A-A）。预错量 $\Delta = 1 \sim 4\text{mm}$ 。

5) 带有落差的锻件，为了减少错移和平衡锁扣磨损，可将模膛中心向平衡锁扣相反方向移动 s_1 或 s_2 （见图 9-33）。

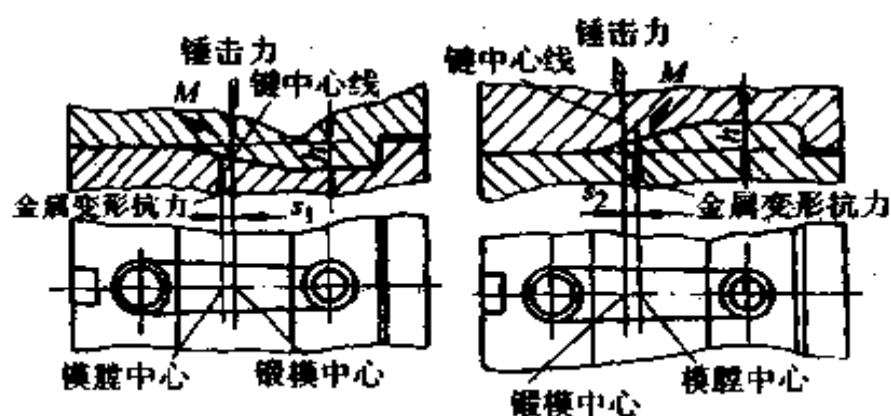


图 9-33 模腔的布排

6) 首道制坯模膛应靠近加热炉，缩短送料距离；对着压缩空气管道，便于吹除氧化皮；制坯模膛较多时，尽可能按工艺顺序排列。

41. 锁扣形式及特点有哪些？

答：锁扣有两种。一种是平衡锁扣，用于具有落差的锻件上。这类锻件的分模面不在一个平面上，在锻击中迫使锻模产生偏移，设计锁扣以平衡其错移力。另一种是一般锁扣，用来提高锻件质量，减小锻件错移量，便于上下模的调整。其形式及特点见表 9-14。


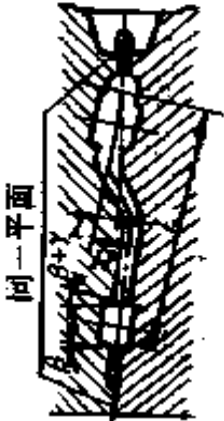
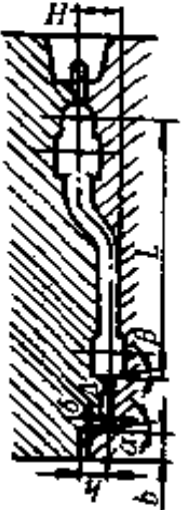
42. 锁扣的尺寸如何选择确定？

答：锁扣的尺寸选择见表 9-15。

表 9-15 锁扣尺寸 (mm)


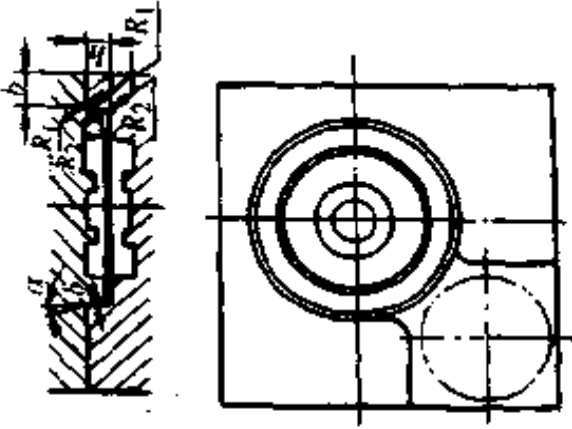
锻锤规格 λ	h		b		l	R_1	R_2	R_3	R_4	α	δ	Δ
	圆形	其他	圆形	其他								
1~1.5	25	30	35	50	75	3	5	8	10	5°	0.2~0.4	1~2
2	30	35	40	60	90	3	5	9	12	5°	0.2~0.4	1~2
3	35	40	45	70	100	3	5	10	15	3°	0.2~0.4	1~2
5	40	45	50	80	120	5	8	12	15	3°	0.2~0.4	1~2
10	50	55	60	100	150	5	8	15	20	3°	0.2~0.4	1~2
16	60	70	75	120	180	6	10	20	25	3°	0.2~0.4	1~2

表 9-14 锁扣形式及特点

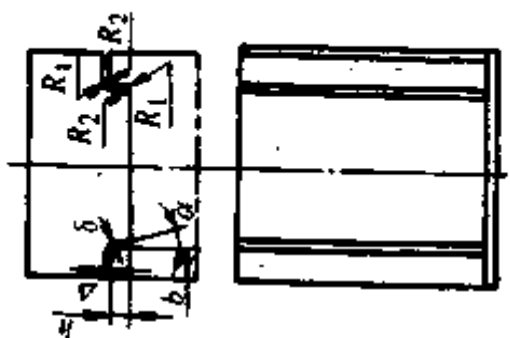
形式	简图	特点
对称式		<p>有落差的小锻件,可将两模膛相对布排,以抵消错移力,不另设锁扣</p>
倾斜式		<p>将锻件倾斜一个角度,使模膛两端分模面处于同一高度。此时模膛斜度一部分增大,另一部分减小影响锻件出模。用于锻件落差 < 15mm 时。不另设锁扣</p>
平衡块式		<p>采用平衡块抵消错移力。锻件落差 H 在 15~60mm 范围内</p>

平衡锁扣

(续)

形式	简图	特点
平衡锁扣		<p>倾斜式和平衡块式综合。锻件落差 $H > 50\text{mm}$ 时, 将锻件倾斜以减小锁扣平衡块高度 h, 倾斜度 γ 应 $< 7^\circ$</p>
一般锁扣		<p>多用于短轴类锻件, 以控制锻件的错移力</p>

(续)

形式	简图	特点
一般 纵向锁扣		普遍用于杆类锻件,以保证锻件在宽度方向偏移力较小。一般多件模锻时也常采用

(续)

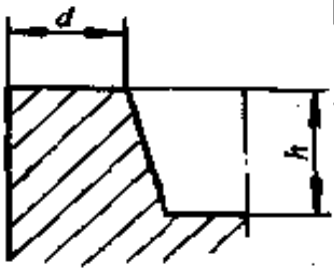
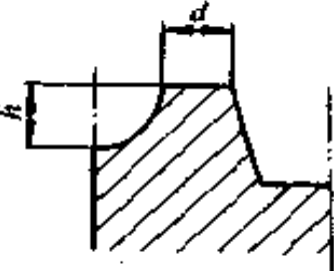
形式	简图	特点
侧面锁扣		<p>为防止上下模相对转动或纵横错移时采用</p>
角锁扣		<p>作用和侧面锁扣相似,可在模块的空余位置设置两个或四个角锁扣</p>

一般锁扣

43. 模膛最小壁厚和最小模块高度如何选择?

答: 模膛最小壁厚和最小模块高度可根据模膛深度参照表 9-16 选择确定。

表 9-16 模膛最小壁厚和最小模块高度 (mm)

模膛 深度 h	最 小 壁 厚 d		最小模块高度 H
	模膛与外缘间	模膛与模膛间	
			
6	12	10	100
10	20	16	100
16	32	25	125
25	40	32	160
40	56	40	200
63	80	56	250
100	110	80	315
125	130	100	355
160	160	110	400

44. 模块尺寸的确定应注意哪些问题?

答: 模块尺寸的确定应注意以下几点:

1) 根据模膛数量和壁厚, 计算所需模块的最小尺寸, 并选取较大相近值的标准模块。

2) 终锻模膛中心与燕尾中心线距离小于 $0.1B$ (B 为

模块宽度); 与键槽中心线距离小于 $0.1L$ (L 为模块长度)。

3) 锻模允许的最小承击面见表 9-17。

表 9-17 锻模允许最小承击面 (cm²)

锻锤规格/t	1	2	3	5	10	16
承击面积	300	500	700	900	1600	2500

4) 模块最大宽度要保证上模边缘与导轨净距不小于 20mm。模块长度应保证上模外伸距离 $f \leq H/3$ (H 为模块高度)。上下模闭合高度见表 9-18; 闭合高度在可能条件下应取上限。

表 9-18 模块闭合高度 (mm)

锻锤规格/t	1	1.5	2	3	5	10	16
H_{\min}	320	400	410	465	565	600	660
H_{\max}	500	550	600	650	750	850	950

5) 上模块重量不应超过设备规格的 $1/3$; 下模块重量不限。模块应设起吊孔。

6) 模块材料纤维方向应与打击方向垂直。为便于制模及安装, 模块上应有检验角。

45. 锻模镶块有几种? 其尺寸如何确定?

答: 锻模镶块有圆形镶块和矩形镶块两种 (见图 9-34)。镶块常用楔块紧固在模体上, 其受力比整体模要大,

应充分考虑其强度。

镶块尺寸参照图 9-34 和表 9-19 选择确定。

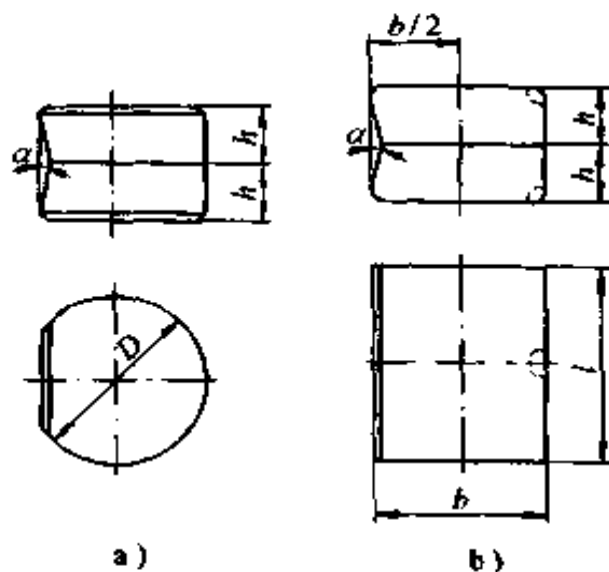


图 9-34 锻模镶块
a) 圆形镶块 b) 矩形镶块

表 9-19 镶块尺寸 (mm)

项目	公式和数据	说 明
外径 D	$D \geq D_d + (1.5 \sim 2) S_0$	S_0 模块最小外壁厚度
宽度 b	$b \geq B_d + (1.5 \sim 2) S_0$	B_d 锻件最大宽度
长度 l	$l \geq L_d + (1.5 \sim 2) S_0$	D_d 锻件外径
高度 h	$h \geq H + (1.5 \sim 2) S_0$	L_c 锻件最大长度
斜度 α	$\alpha = 5^\circ \sim 8^\circ$	H 模膛最大深度

46. 矩形镶块定位方法有几种？

答：矩形镶块的前后定位有三种方法：模座封闭式定位（见图 9-20b）、键块定位（见图 9-35a）和角定位（见图 9-35b）。

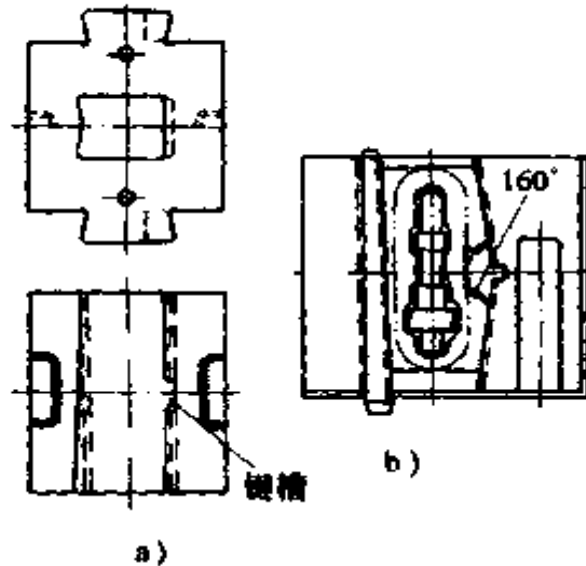


图 9-35 镶块的定位

a) 键块定位 b) 角定位

47. 什么叫机械压力机锻模？其锻模结构形式有何特点？

答：机械压力机锻模是在热模锻压力机上使坯料成形为锻件或其半成品的模具。

在热模锻压力机上模锻一般都采用由通用模架和镶块组成的组合式锻模。其结构形式很多，可按产品对象的工艺要求进行设计。通常用得较多的有两种，即斜面定位模架（见图 9-2、图 9-36）和键定位模架（见图 9-37）。其主要区别在于镶块的安装调整方法不同，而模座、导向及顶出装置则大体相同。

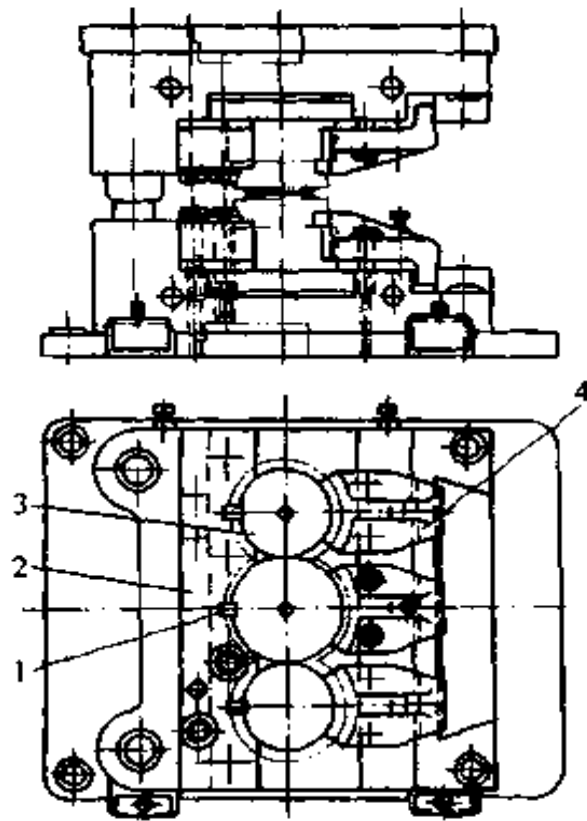


图 9-36 圆形镶块用斜面定位模架

1—键 2—后挡板 3—镶块 4—压板

48. 机械压力机锻模终锻模膛形式及飞边槽尺寸如何选择?

答: 终锻模膛必须设飞边槽, 飞边槽 I 型用于一般锻件, II 型用于复杂形状锻件。尺寸参照表 9-20 选择。

模膛深凹部位气体不易排出, 会影响金属充满, 可在金属最后充满处设孔径小于 2mm 的出气孔。

滑块在下止点时, 上下模面间要有一定的间隙, 用来调整模具闭合高度, 还可防止压力机闷车。其间隙大小等于飞边桥部高度。

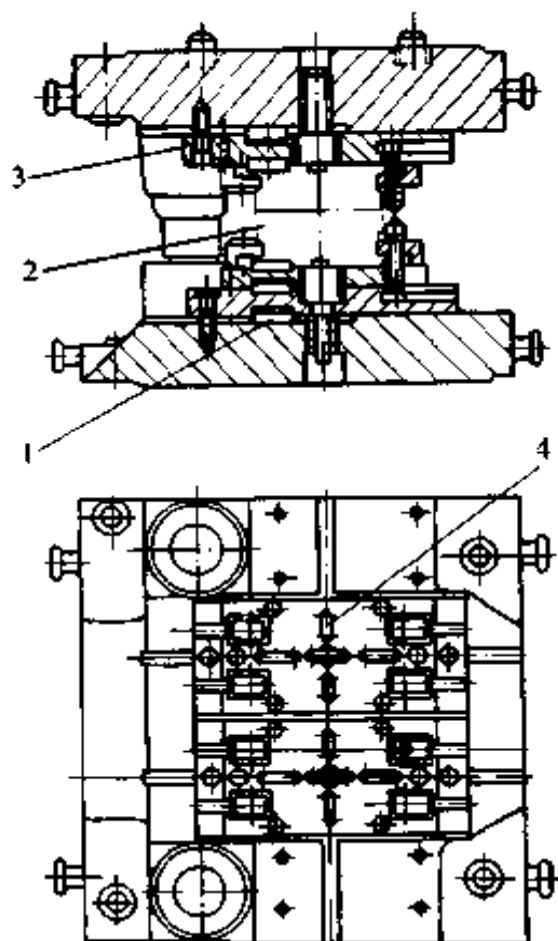
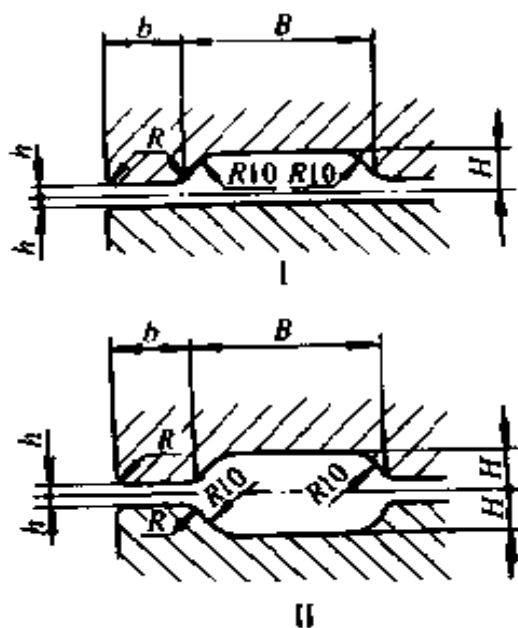


图 9-37 键定位模架

1—键 2—镶块 3—垫板 4—键槽

表 9-20 飞边槽尺寸

(mm)



(续)

压力机规格/kN	b	h	H	B	R
10~16	10~12	1.2~1.5	5	25~30	1.5~2
20~25	10~14	1.5~2.0	5~6	30~35	2~2.5
31.5~40	12~14	2.0~2.5	6~7	35~40	2~3
63~80	12~16	2.5~3.5	7~8	40~45	3~4
120	14~16	2.5~4.0	8~10	45~50	3~5

49. 机械压力机锻模预锻模膛形状有何特点?

答: 采用墩粗法成形时, 预锻模膛各部分高度应比相应终锻模膛增大 2~5mm, 而宽度则比相应终锻模膛减小 0.5~2mm, 圆角半径可略增大, 不设出气孔。

压入法成形时, 预锻模膛形状应保证在终锻变形开始时, 金属侧壁即与模壁接触, 以限制金属径向流动, 迫使其充满模膛深处。

50. 模座的作用是什么?

答: 模座是安装与固定工作零件、导向零件、顶出零件、紧固和定位零件, 并与设备滑块、工作台相连接的重要部件, 要有足够的强度和精度。模座一般是通用的, 设计时应根据设备的模具空间结合锻件的工艺要求, 合理地确定结构。

51. 导柱与导套结构形式有几种?

答: 常见的导柱与导套的结构形式有整体式和组合式两种, 如图 9-38 所示, 可依标准选用。

导柱长度应保证压力机滑块在上止点位置时, 导柱不脱离导套; 在下死点时, 不碰导套盖板。导柱与导套间隙一般为 0.25~0.40mm, 并设有润滑装置。

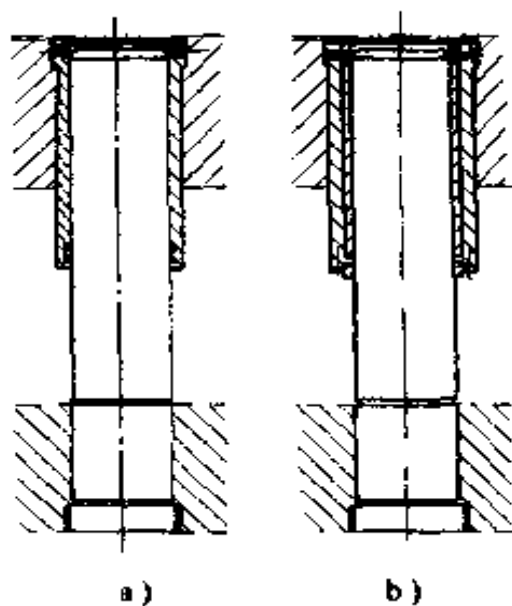


图 9-38 导柱与导套
a) 整体导套 b) 组合导套

52. 锻模顶出装置常见形式有哪几种?

答: 顶出装置主要用于预锻和终锻模膛。常见的顶出装置如图 9-39 和图 9-40 所示。

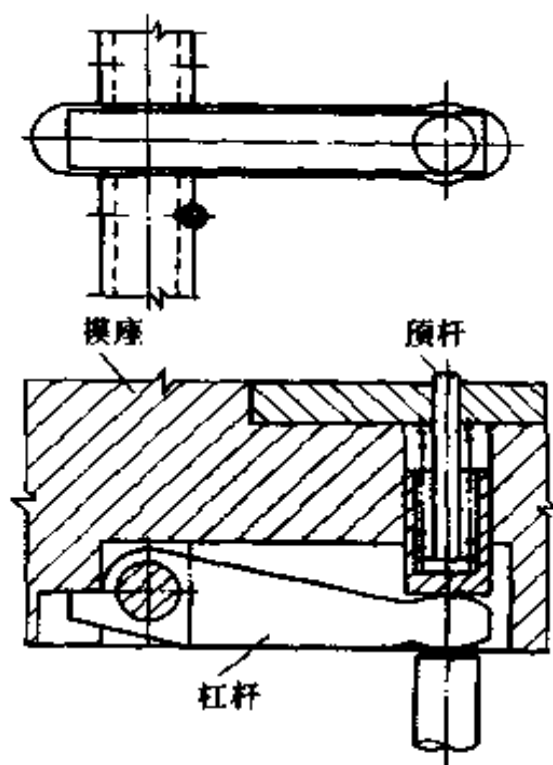


图 9-39 杠杆式顶出装置

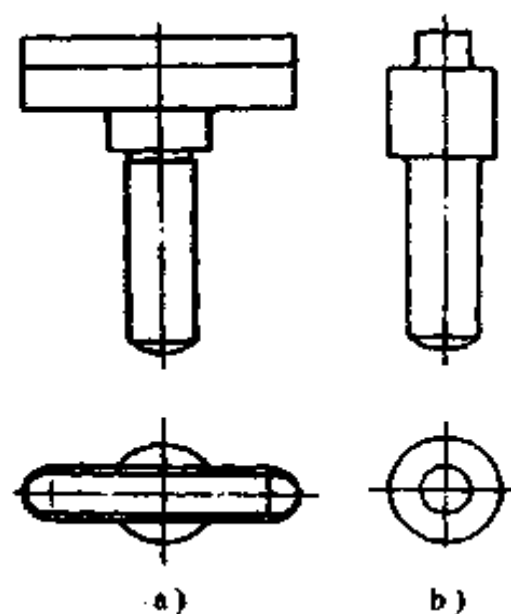


图 9-40 顶杆

a) T形顶杆 b) 圆柱形顶杆

53. 顶出器如何配置?

答: 顶出器的配置按具体情况而定, 如图 9-41 所示。

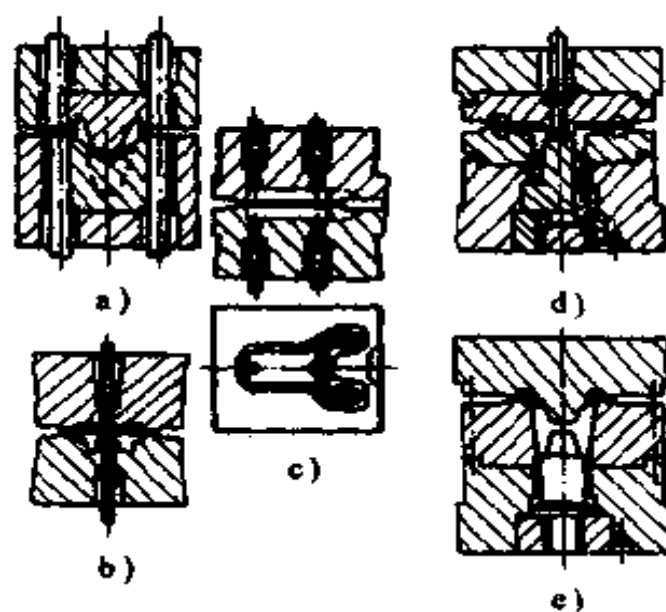


图 9-41 顶出器的配置

a) 顶飞边 b) 顶连皮 c) 顶锻件 d) 环形顶锻件 e) 带冲子顶锻件

54. 锻模镶块结构形式有几种?

答: 如前所述 (见图 9-34), 矩形镶块适应于各类锻件,

调整方便；圆形镶块主要用于回转体锻件，不能调整错移，完全由加工精度保证。为节约模具钢材和便于加工，还可采用组合镶块，如图 9-42 所示；十字键槽定位镶块如图 9-43 所示。

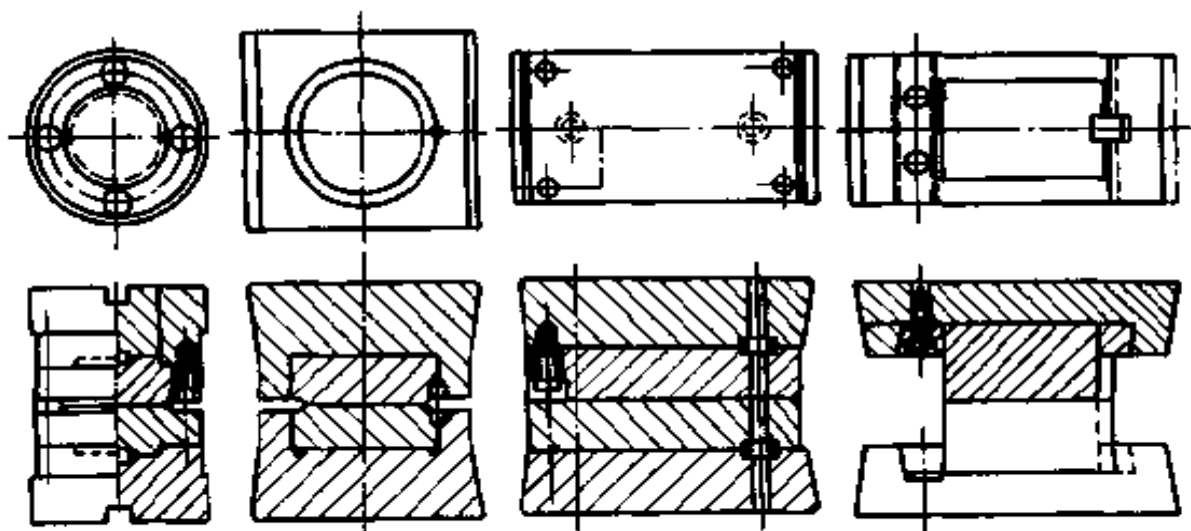


图 9-42 组合镶块

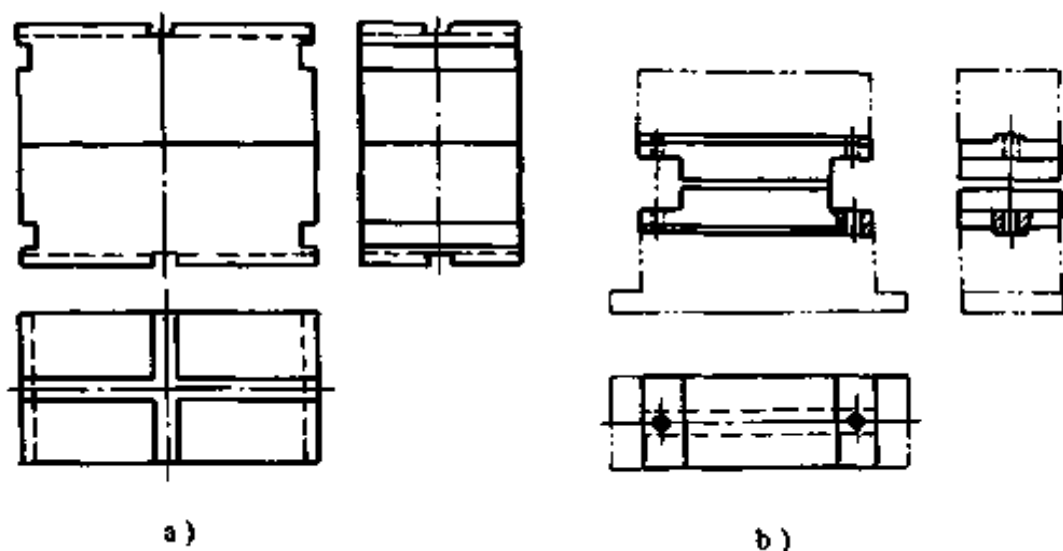


图 9-43 键定位镶块

a) 预锻、终锻用镶块 b) 制坯用镶块

55. 机械压力机锻模闭合高度如何确定？

答：锻模闭合高度 H (mm) 计算如式 (9-4)

$$H = h + 0.65a \quad (9-4)$$

式中 h ——热模锻压力机最小闭合高度 (mm);

a ——压力机滑块的最大调节量 (mm)。

垫板厚度可参照表 9-21 选择确定。

表 9-21 垫板厚度

压力机规格/kN	≤10	16	20~25	31.5~40	63~80	120
垫板厚度/mm	30~40	35~50	45~60	50~70	60~80	70~100

56. 什么叫螺旋压力机锻模？其结构形式常见的有几种？

答：螺旋压力机锻模是在螺旋压力机上使坯料成形为模锻件或其半成品的模具。

螺旋压力机锻模结构形式：大多采用组合结构，如图 9-44 所示，应用通用模座，不同锻件只需更换锻模镶块，而

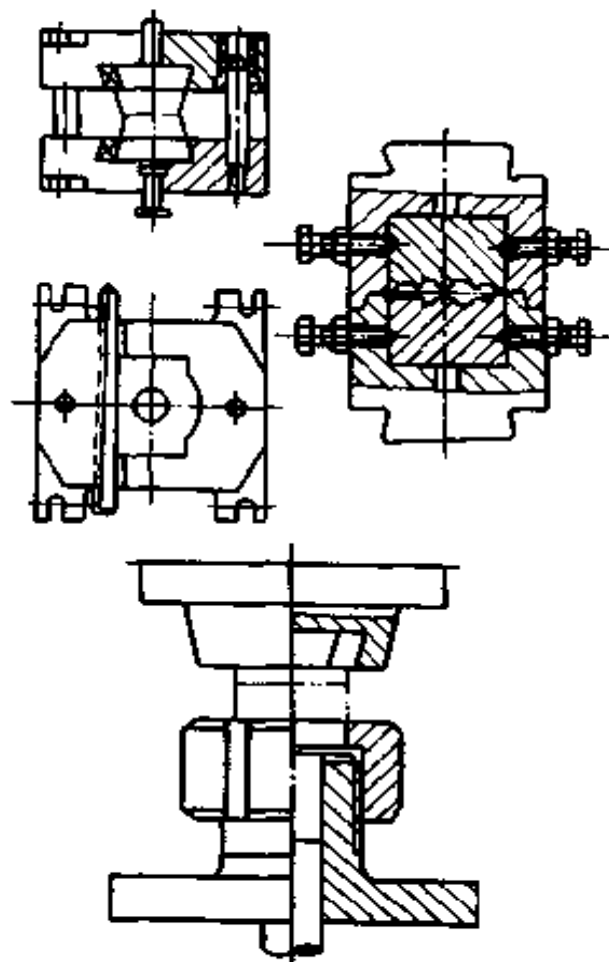


图 9-44 组合结构模

且模座、模块可按标准选用。大锻件也可用整体结构,如图9-45所示。其结构也分为开式锻模(见图9-44、图9-45)和闭式锻模(见图9-46)。

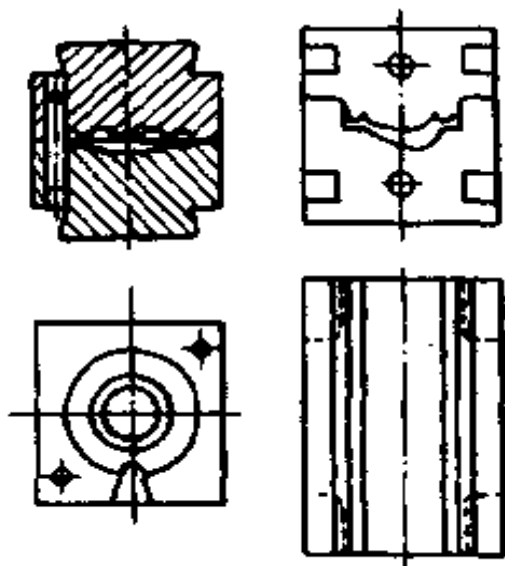


图 9-45 整体结构模

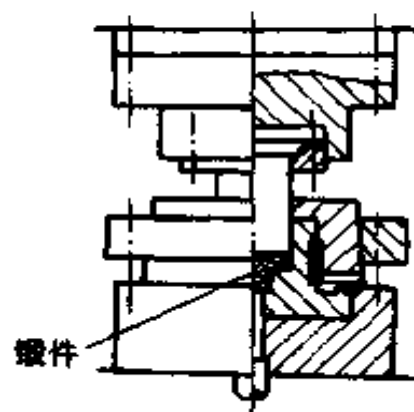


图 9-46 闭式锻模

57. 螺旋压力机锻模模膛设计有哪些要求?

答:螺旋压力机锻模不使用顶出器时,终锻模膛、预锻模膛设计与锤锻模模膛设计相同。

使用顶出器时,则模锻斜度可明显减小,可采用无飞边模锻。无飞边模锻,冲头和凹模、顶杆和凹模间要有适当的间隙,通常顶杆和凹模按间隙配合精度选取,冲头和凹模间隙见表9-22。

表 9-22 冲头与凹模的间隙值 (mm)

冲头直径 d	<20	20~40	40~60	>60
间隙值 Δ	0.1	0.1~0.15	0.15~0.2	0.2~0.3

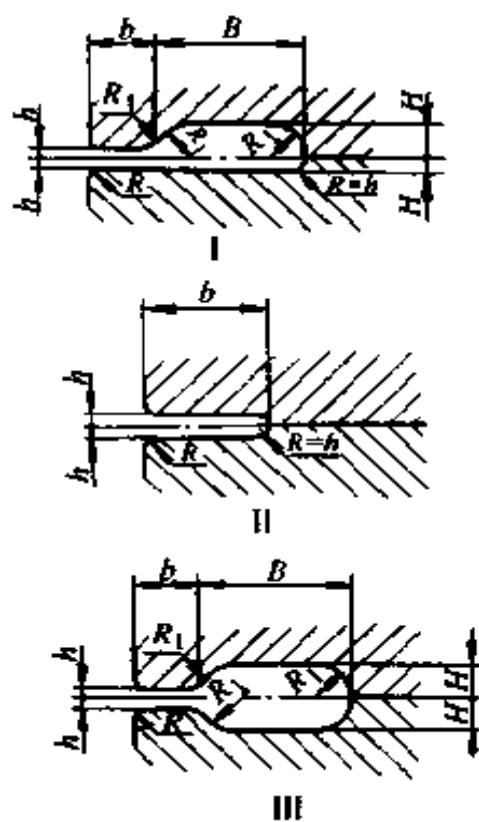
螺旋压力机不宜受偏心载荷,因此,在一副模具上可同时布置预锻、终锻两模膛,两模膛压力中心距应小于设备螺

杆直径的 $1/2$ ，终锻模膛压力中心距离螺杆中心为两模膛中心距的 $1/3$ 。

58. 螺旋压力机锻模飞边槽形式及尺寸如何确定？

答：采用开式有飞边模锻时，飞边槽形式及尺寸选择见表 9-23。形式 I 最常用；形式 II 用于小飞边锻件或有预锻及预切边锻件的终锻模；形式 III 用于模膛深、局部成形不容易的锻件。尺寸可按设备规格选取。

表 9-23 飞边槽尺寸 (mm)



设备规格/t	h	H	b	B	R	R_1
<160	0.75	4	8	16	1.5	4
250	1.0	4	10	18	2.0	4
400	1.25	5	10	20	2.5	5
630~1000	1.5	6	12	22	3.0	6
>1000	1.75	7	14	24	3.5	7

59. 什么叫平锻模？其结构形式有何特点？

答：平锻模是在平锻机上使坯料成形为模锻件或其半成品的模具。其结构形式如图 9-47 所示。

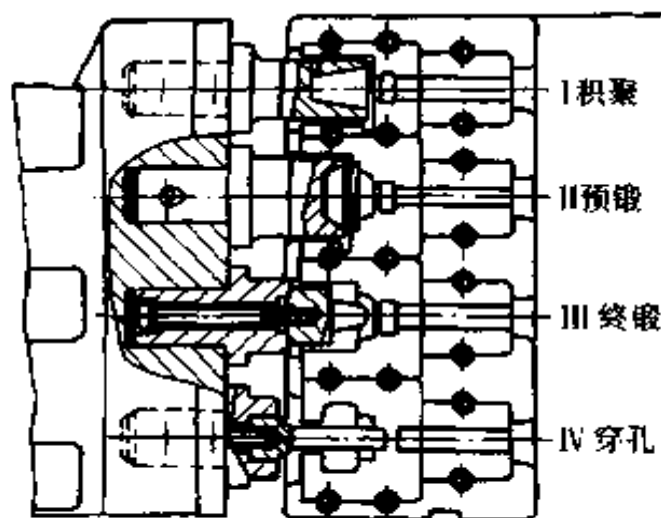


图 9-47 平锻模结构

平锻模有两个分模面，其工作零件有冲头、固定凹模和活动凹模三部分。此外，还有固定凸模的凸模夹持器和定位锻件的挡板。

60. 平锻模凸模夹持器结构有何特点？

答：平锻模凸模夹持器如图 9-48 所示。

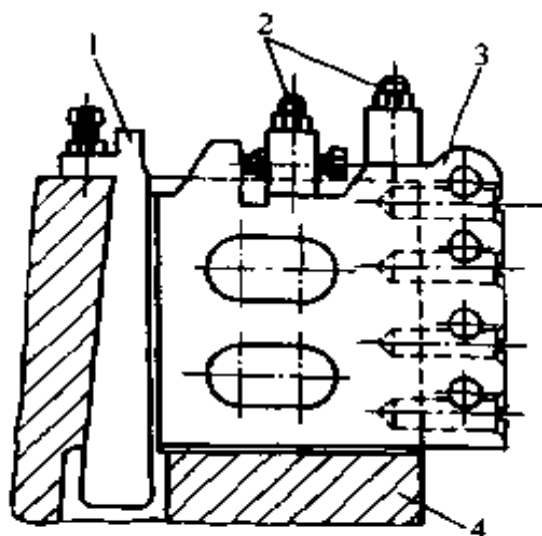


图 9-48 凸模夹持器

1—调整斜铁 2—紧固螺栓 3—凸模夹持器 4—主滑块

61. 平锻模挡板结构及作用有哪些？

答：1) 前挡板设在平锻机上，用来控制变形金属的长度，适用于一坯多件。

2) 后挡板设在模具上（或连接在平锻机上），主要用来控制锻件杆部长度，如图 9-49 所示。钳口挡板适用于杆部较短，前端不伸出凹模的杆类锻件；横挡板适用于杆部后端伸出凹模不多的杆类锻件；框架挡板适用于杆部后端伸出凹模 $< 500\text{mm}$ 的杆类锻件；支架挡板适用于杆部后端伸出凹模 $> 500\text{mm}$ 的杆类锻件。

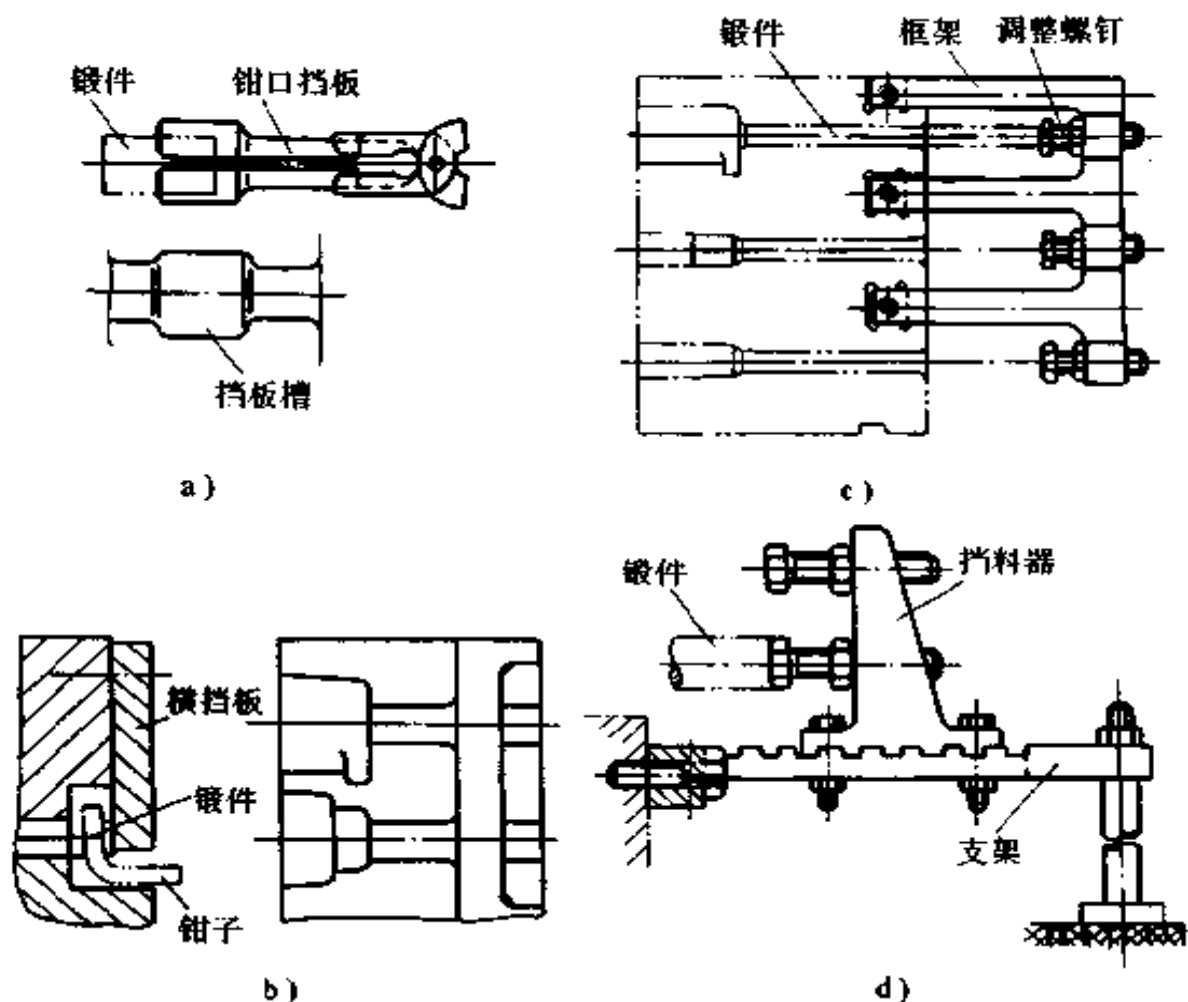


图 9-49 后挡板结构

a) 钳口挡板 b) 横挡板 c) 框架挡板 d) 支架挡板

62. 什么叫切边、冲孔模？其结构形式有何特点？

答：切边，冲孔模是切除锻件飞边和孔内连皮的模具。

切边模结构如图 9-50 所示，通常由上、下模座、凸模、凹模、导向零件、顶出卸料零件及紧固定位零件组成。有时因锻件和设备因素也省略一些辅助零件。

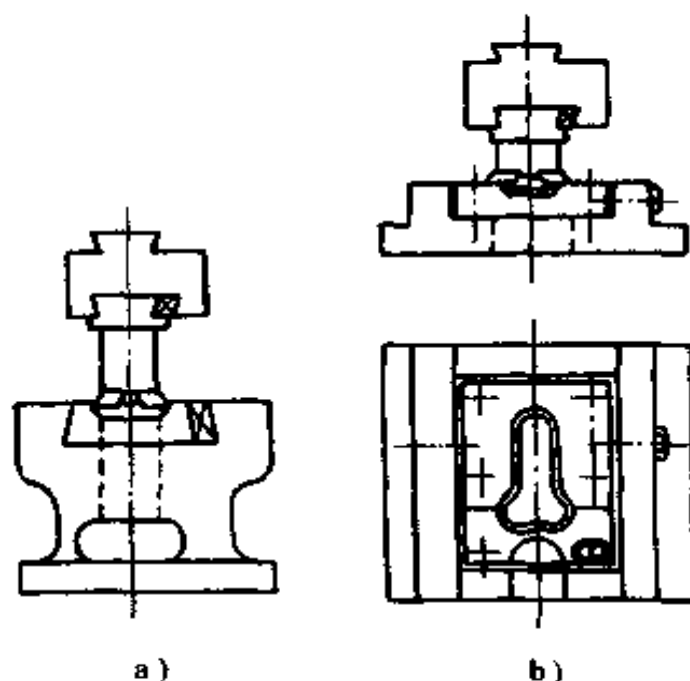


图 9-50 切边模结构

a) 高座整体凹模 b) 低座组合凹模

63. 切边、冲孔凸凹模间隙如何选择确定？

答：冲孔用凸凹模间隙见表 9-24。切边用凸凹模间隙见表 9-25。凹模和冲孔凸模直边高度取 5~10mm，后角取 5°。

表 9-24 冲孔凸凹模间隙值 (mm)

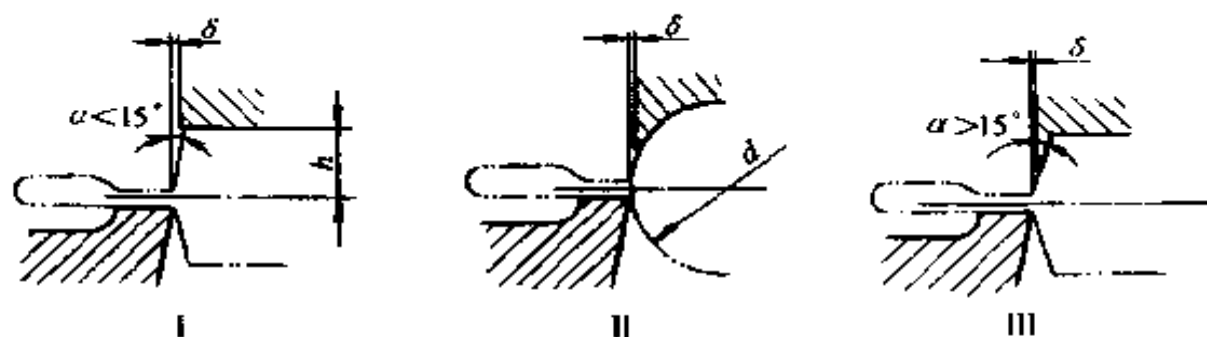
冲孔料厚 s	间隙 δ	
	热冲孔	冷冲孔
4	0.2	0.3
8	0.4	0.6

(续)

冲孔料厚 s	间隙 δ	
	热冲孔	冷冲孔
12	0.6	0.9
16	0.8	1.2
20	1.0	1.5

表 9-25 切边凸凹模间隙值

(mm)



h	δ	d	δ
≤ 5	0.3	≤ 20	0.3
$> 5 \sim 10$	0.5	$> 20 \sim 30$	0.5
$> 10 \sim 20$	0.8	$> 30 \sim 45$	0.8
$> 20 \sim 25$	1.0	$> 45 \sim 60$	1.0
$> 25 \sim 30$	1.2	$> 60 \sim 70$	1.2
> 30	1.5	> 70	1.5

64. 切边模飞边卸料器常用结构有何特点?

答: 切边模飞边卸料器常用结构见图 9-51 所示。

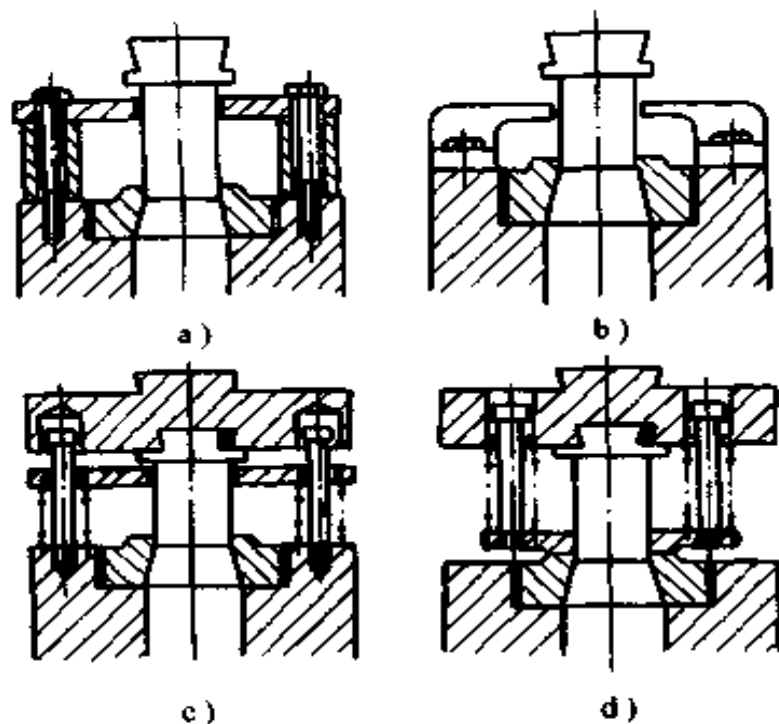


图 9-51 切边模飞边卸料器

a) 封闭式刚性卸料器 b) 对开式刚性卸料器

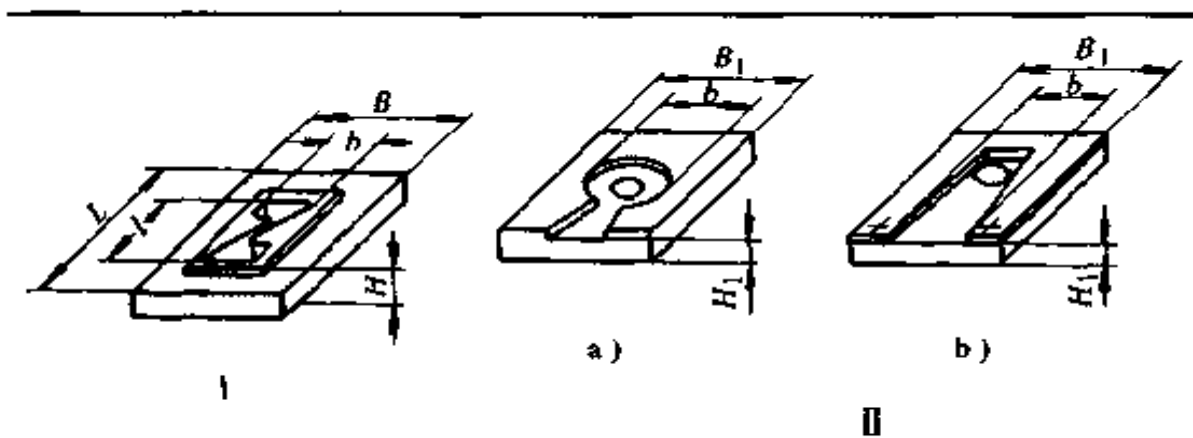
c) 安装在凹模上的弹性卸料器 d) 安装在凸模上的弹性卸料器

65. 切边和冲孔凹模尺寸如何确定?

答：切边、冲孔模整体凹模主要用于圆形锻件。组合式适用于长轴类和复杂形状锻件，便于分块制造、调整、更换，应用较多。

切边和冲孔凹模尺寸见表 9-26。

表 9-26 切边和冲孔凹模尺寸 (mm)



(续)

b	B	H	l	L	B_i	H_i
≤ 30	160	50	≤ 100	160	125	40
$> 30 \sim 70$	200	50	$> 100 \sim 130$	250	160	40
$> 70 \sim 120$	250	50	$> 130 \sim 250$	400	200	40
$> 120 \sim 185$	315	63	$> 250 \sim 350$	500	250	50
$> 185 \sim 270$	400	63	$> 350 \sim 450$	630	350	50
$> 270 \sim 370$	500	63	$> 450 \sim 630$	800	450	50
$> 370 \sim 500$	630	80	$> 630 \sim 800$	1000	560	63

第十章 粉末冶金模

1. 成型模设计前需考虑哪些方面？

答：成型模结构设计前需考虑以下有关方面：

1) 制品形状是否适合压制工艺。如形状过于细长、壁厚过薄、有横孔、横槽、倒锥等，将造成制品的密度差大、模具局部过于脆弱、无法脱模等问题时，需与用户协商，修改形状或留少量后加工余量。

2) 根据制品的精度及粗糙度要求，确定是否需要整形或采用何种整形方式。

3) 根据制件的性能要求、化学成分及密度，预算出压制单位压力、总压力及脱模力，确定需用设备的容量。

4) 根据生产批量及设备条件，确定采用手动模还是自动模，并考虑设备行程和工作台面尺寸能否满足工艺要求。

5) 根据制品的长细比、长厚比或侧正面积比，选择单向压制、双向压制或双向摩擦压制，以满足坯件密度均匀性的要求。

2. 成型模压制方向的选择应考虑哪些方面？

答：坯料在压制时的压制方向，亦即哪一面向上，应根据不同的要求确定。主要考虑以下几个方面：

1) 为便于脱模，避免横向孔，圆弧面不要在侧面等。

2) 为便于坯件密度均匀，尽量减少长细比、坯件的凹

坑面应向上，凸脐面应向下等。

3) 需便于自动压制时补偿装粉。如坯件有台阶时，内、外台阶都应向上。

4) 是否采用仿形装粉。

5) 高精度面应在侧面。

6) 是否需减小压制压力。

7) 是否要减小模具高度、压制行程、脱模行程和脱模力。

8) 自动压制时应有利于推料。

9) 是否要提高坯件底孔局部密度等。

3. 成型模补偿装粉结构形式应如何选择？

答：压制时由于粉末流动性差，因此，对于沿压制方向横截面有变化的制品（如带台、锥面、球面等），为使坯件密度均匀，应采用组合模冲，通过补偿装粉使坯件各部位的压缩比大致相等。

4. 成型模基本结构方案应如何确定？

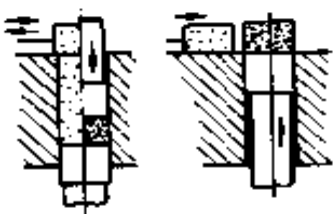
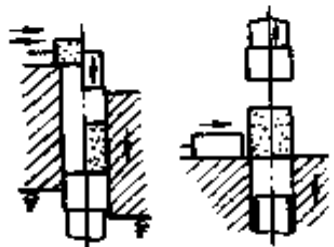
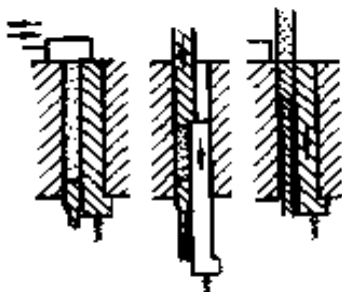
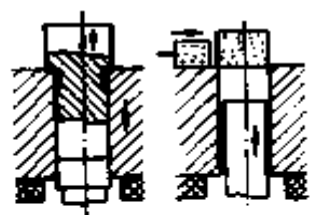
答：应根据坯件的形状、压制方向。压制方式、脱模方式、补偿装粉的要求，以及设备具有的性能来确定模具的基本结构方案。结构形式见表 10-1。

5. 如何计算成型模装粉高度与凹模壁厚？


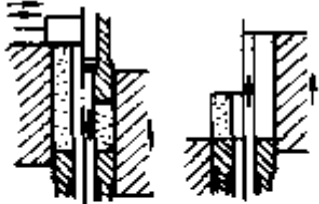
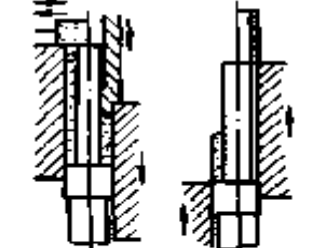
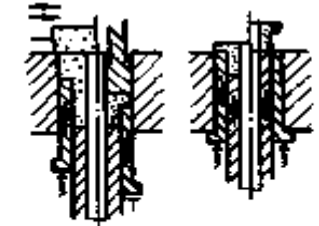

答：应根据坯件高度与粉末的压缩比（坯件密度与粉末松装密度之比）算出装粉高度。有补偿装粉时，组合模冲要分别算出各段的装粉高度。

对于中小型坯件，凹模壁厚一般为（0.5~1.5）倍凹模孔径；对于大型坯件，凹模壁厚一般为（0.25~0.5）倍凹模孔径。坯件高度越大，系数亦越大。

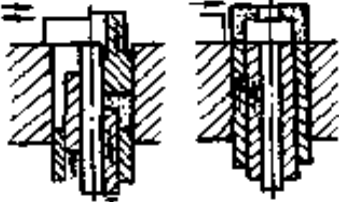
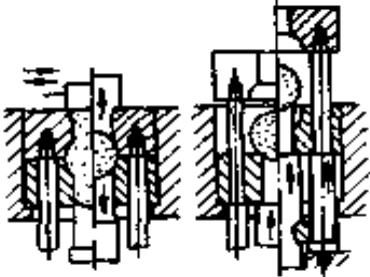
表 10-1 成型模基本结构形式

结构简图	结构特点	适用范围
	单向压制、顶出式脱模	长细比 $h/d < 1 \sim 1.5$ 的无台阶实心柱体
	双向压制（凹模由压机下缸液压浮动）、凹模下移式脱模	长细比 $1 < h/d < 3$ 的无台阶实心柱体
	双向摩擦压制、顶出式脱模	长厚比 > 6 的无台阶实心柱体
	后压，顶出式脱模	长细比 $1 < h/d < 3$ 的无台阶实心柱体

(续)

结构简图	结构特点	适用范围
	单向压制、顶出式脱模	长厚比 <3 的无台阶套类件
	双向压制, 下移式脱模	长厚比为 $3\sim6$ 的无台阶套类件
	双向摩擦压制, 下移式脱模	长厚比 ≤ 7.5 的无台阶套类件
	浮动压套, 顶出式脱模	带外台阶的套类件
	凹模、芯棒和压套均浮动, 脱模时活动压垫移开, 凹模下移式脱模	带外台阶的套类件

(续)


结构简图	结构特点	适用范围
	大芯棒浮动， 顶出式脱模	带内台阶或不 通孔、小通孔坯 件
	双向压制，凹 模上下对开脱模	球面外形坯件

6. 成型模中凹模与模板或模座的联接形式有哪些？



答：凹模、芯棒和上、下模冲等主要零件与有关零件的联接，应考虑使用安全可靠、安装和拆卸方便、结构简单。

凹模与模板或模座的联接形式见表 10-2。

表 10-2 凹模与模板或模座的联接形式

简 图	特 点	适用范围
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用对分压圈，凹模装 卸方便 2. 压圈槽位于凹模高度 中间，凹模可调头使用，延 长使用寿命 3. 模板上面平整 4. 凹模过高时，模板过 厚 	凹模高度不大、 易磨损而常需拆卸 时

(续)

简 图	特 点	适用范围
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改变中间套的内径与高度，可适应不同外径和高度的凹模 2. 其他优缺点同上 3. 结构较复杂 	高度较大的凹模
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 凹模易装拆并可调头使用 2. 模板有凹坑易掉入粉末 	脱模力小及高度小时

7. 成型模模冲的联接形式有哪些?

答：模冲与有关零件的联接形式如图 10-1 所示。图 a 为模冲与模板的联接，用淬硬垫板支承。图 b 为组合模冲的联接，外模冲固定，内模冲浮动。图 c 为组合模冲的联接，内模冲固定，外模冲浮动。图 d 为模冲插入模柄孔，用支紧螺钉紧固联接。图 e 为模冲与上模座用螺母联接。

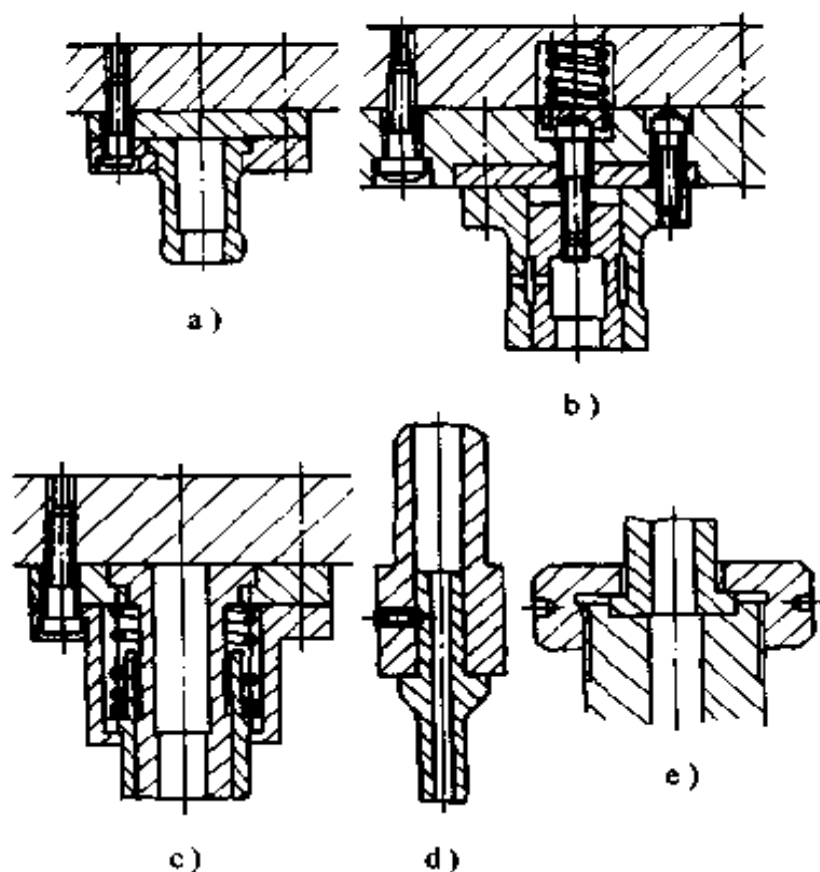


图 10-1 模冲与有关件的联接

8. 成型模芯棒与压机下缸的联接形式有哪些?

答：芯棒与压机下缸联接形式如图 10-2 所示。图 a 为用螺纹联接，便于装拆，但对螺纹与芯棒外圆要求有较高的同轴度。图 b 为芯棒用压圈联接，安装精度及受力条件较

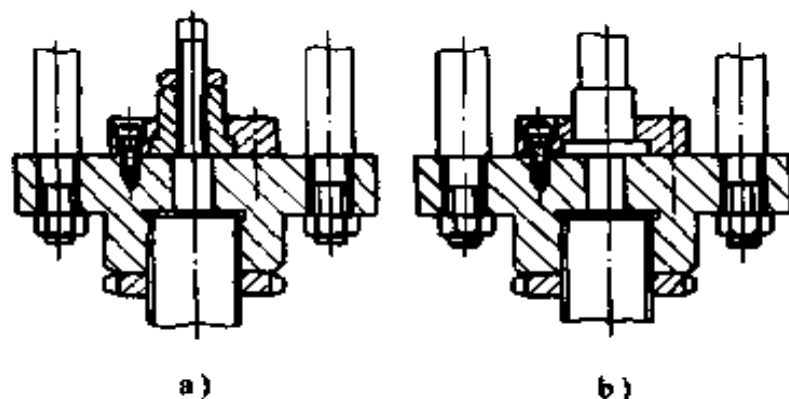


图 10-2 芯棒与压机下缸联接

好，但装拆不方便。

9. 成型模导柱与模板的联接形式有哪些？

答：导柱与模板的联接形式如图 10-3 所示。图 a 导柱与上模板联接，导套在中模板上，导柱兼作拉杆。图 b 导柱由螺钉及垫圈对模板限位，垫圈还有防止粉尘进入导套的作用，适用于凹模浮动量较少时。图 c 导柱由螺钉及垫圈对模板限位，当需要调节装粉容积时，可更换垫圈调节模板限位位置。

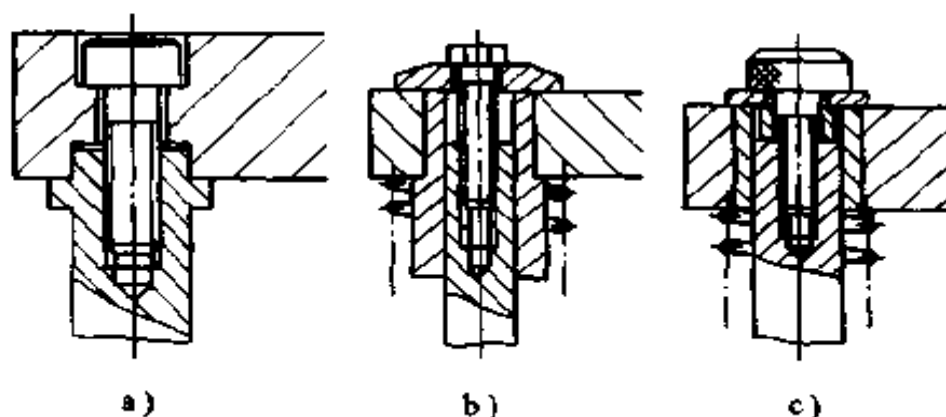


图 10-3 导柱与模板的联接

10. 成型模为什么进行浮动结构设计？常用浮动力有哪些？

答：凹模和芯棒的浮动，通常是为了实现双向压制或双向摩擦压制，此外，还具有调节装粉容积的作用。用组合模冲时，内、外模冲浮动，起补偿装粉或对局部粉末作预压的作用，从而使坯件密度均匀。

常用浮动力有弹簧力、气动力、液体节流阻力和摩擦力等。使用较多的是弹簧和气压浮动。

11. 成型模弹簧浮动结构形式有何特点？

答：弹簧浮动结构形式如图 10-4 所示。图 a 为凹模浮动，调节点位拉杆螺母可调节装粉容积，适用于闭合高度小的压力机。图 b 为凹模与芯棒一起浮动，由调节螺钉调节装

粉容积。图 c 为内模冲浮动，由弹簧力预压粉末，改变装粉状态，以获得密度较均匀的带弧面坯件。图 d 为外模冲浮动，由弹簧力预压粉末并改变装粉状态，以获得密度较均匀的带凸脐坯件。图 e 为内模冲浮动，由弹簧力预压粉末并改变装粉状态，以获得密度较均匀的带凹坑坯件。

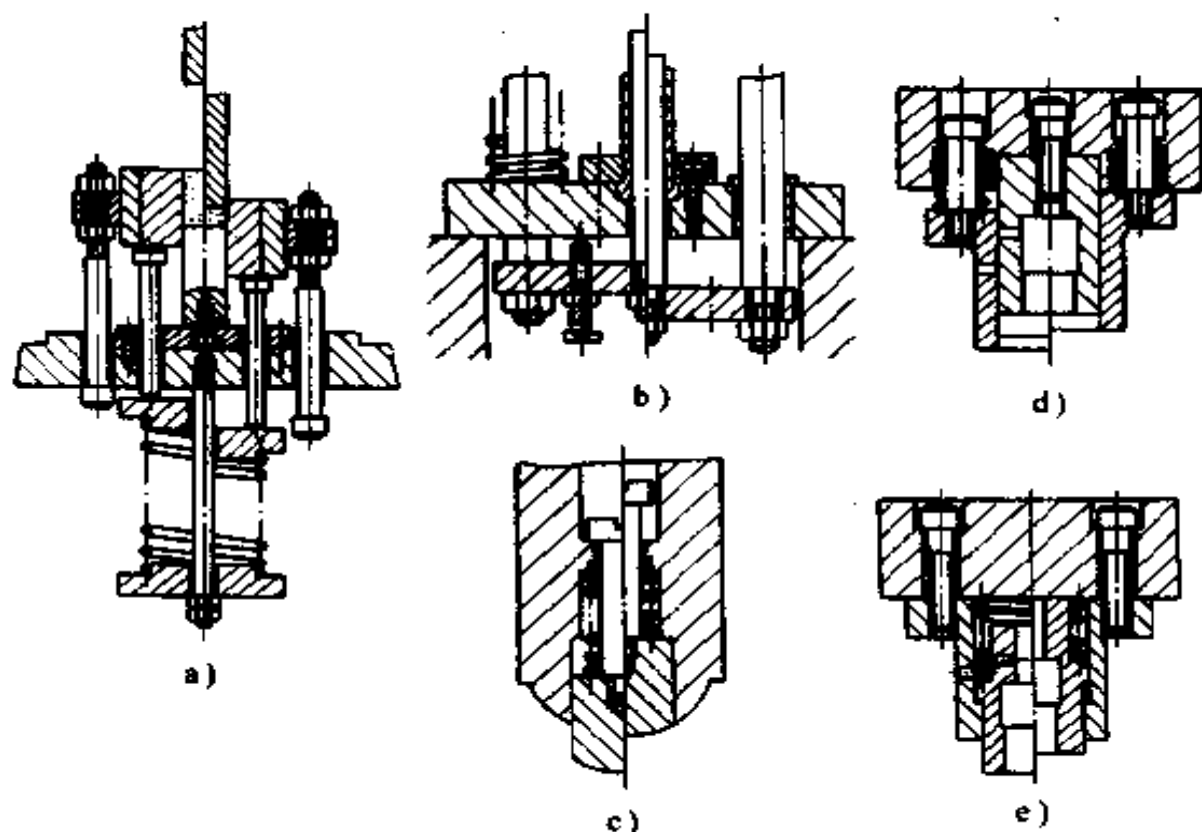


图 10-4 弹簧浮动结构形式

12. 成型模气压浮动结构形式有何特点？

答：气压浮动与弹簧浮动相比，气压浮动结构占用轴向空间小、浮动力恒定、可实现双向动作。但气缸、活塞等加工精度要求高，浮动力受活塞面积限制，一般较小。

气压浮动结构形式如图 10-5 所示。图 a 为压制带凸脐坯件组合模冲的气压浮动结构。图 b 为压制带凹坑坯件组合模冲的气压浮动结构。

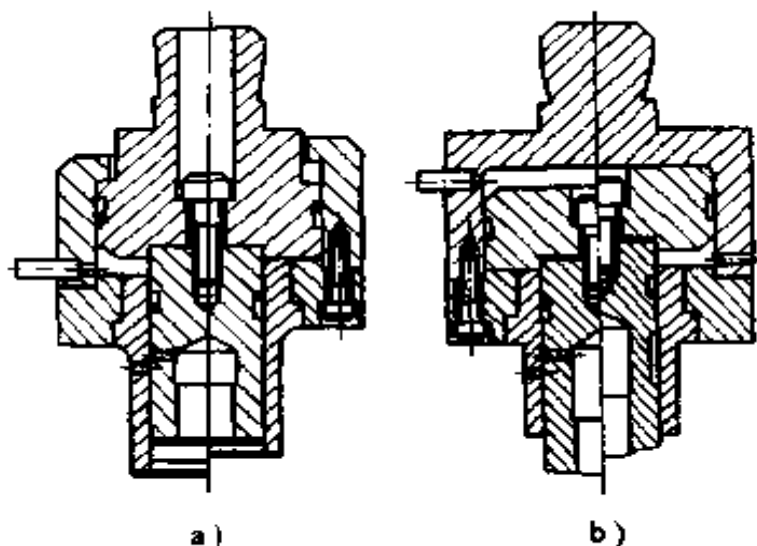


图 10-5 气压浮动结构形式

13. 套类件成型的单向压制模结构有何特点?

答: 图 10-6 所示为用于冲床上的套类件成型的单向压

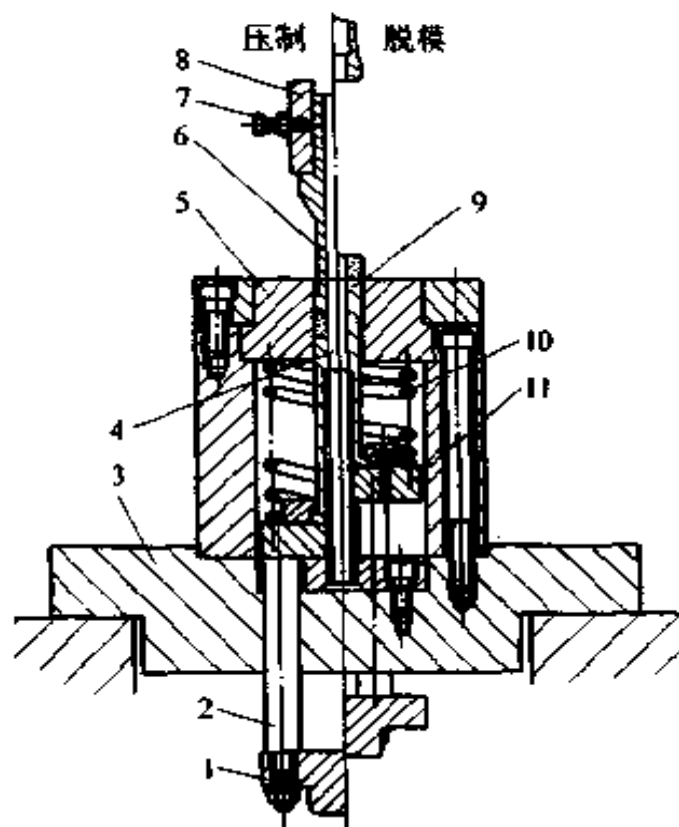


图 10-6 套类件单向压制模

1—顶板 2—螺栓 3—下模板 4—芯棒 5—凹模 6—上模冲
7—支紧螺钉 8—模柄 9—下模冲 10—弹簧 11—垫板

制模。凹模 5 固定不动，上模冲 6 用支紧螺钉 7 固定在模柄 8 上，芯棒 4 固定于下模板 3 上，下模冲 9 固定于垫板 11 上，脱模用顶板 1 和螺栓 2 与垫板相联。脱模时，由冲床顶出机构推动顶板而顶出坯件，下模冲利用自重及弹簧 10 复位。此模具不能调节装粉容积。

14. 套类件成型的浮动压制模结构有何特点？

答：图 10-7 所示为套类件成型的浮动压模。凹模 3 及芯棒 2 浮动，实现双向压制。下模冲 1 浮动是为了调节装粉容积，为此要求凹模弹簧力小于调节板 4 的弹簧力。脱模时，由压机顶出机构通过顶杆顶出坯件，下模冲靠自重和弹

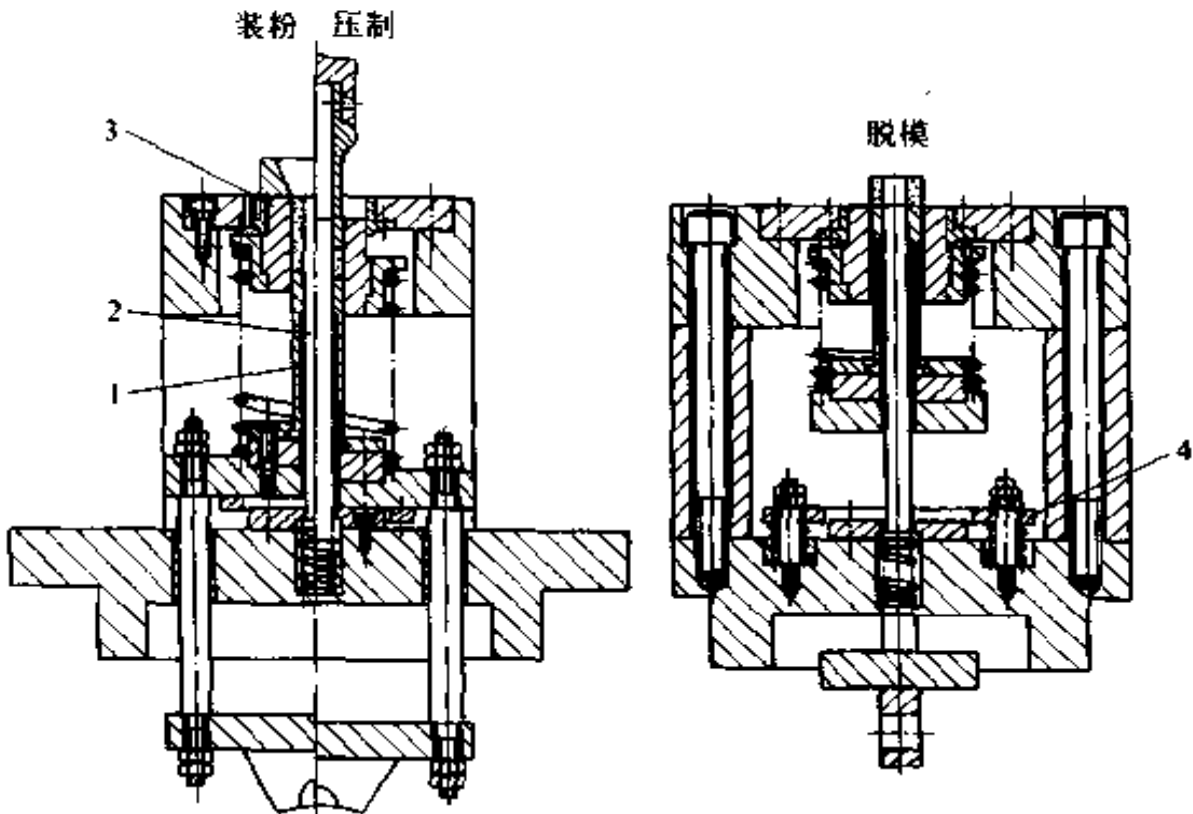


图 10-7 套类件浮动双向压制模

1—下模冲 2—芯棒 3—凹模 4—调节板

簧力复位。

15. 压制带外台阶件的下移式压模结构有何特点？

答：图 10-8 所示为压制带外台阶件的下移式压模。凹模 7 及芯棒 4 通过拉杆 2 与下缸 1 相联，压制时浮动。内下模冲 5 固定在下模板 3 上，外下模冲 8 由拉杆弹簧 11 通过托板 12、托柱 10 托起。调节托柱上的螺母 13 可调节补偿装粉高度，并由螺母限位。压制时，外下模冲压在活动垫板 9 上。脱模时，上模冲上升复位，下缸将凹模及芯棒拉下。同时，脱模斜楔 6 随凹模下行，压向滚轮 15，将活动垫板撑开，外下模冲即可自由下行，先脱台阶出凹模，下缸继续下行，脱出整个坯件。凹模和芯棒复位后活动垫板由弹簧 14 复位。

16. 整形的目的是什么？

答：整形是为了提高制件的尺寸及形状精度、降低表面粗糙度、提高密度和硬度。整形过程使制件表面产生塑性变形（伴有弹性变形），以矫正烧结过程中产生的尺寸变化及收缩变形。同时，整形过程中制件侧面与光整模壁间的挤压和摩擦，降低了制件的表面粗糙度。

17. 整形模常用的整形方式有哪些？

答：根据制件的精度及密度要求，选择确定是否需要整形以及用何种整形方式。

各种整形方式及适用条件见表 10-3。

18. 整形模结构基本形式有哪些？

答：整形模结构基本形式及特点见表 10-4 所示。

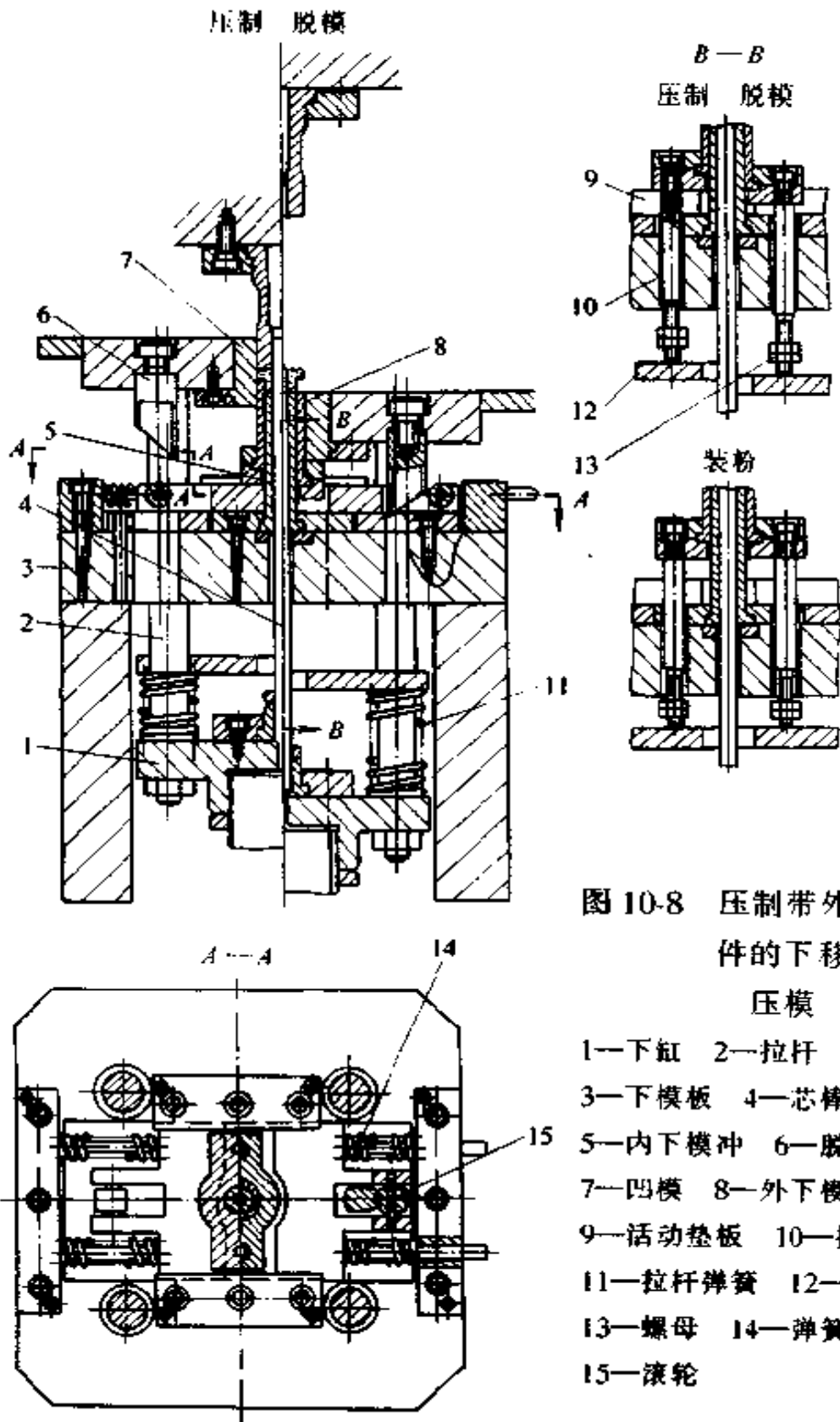
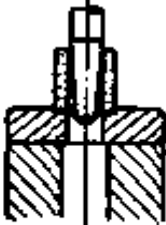
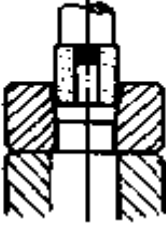

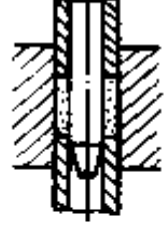


表 10-3 整形方式

方式	简图	特点	适用条件
单整内径		内径有整形余量，外径不整形	外径精度要求低、内径尺寸精度为 IT8 ~ IT10 级
单整外径		外径有整形余量，内径不整形	内径精度要求低，外径尺寸精度为 IT8 ~ IT10 级
内、外径同时整形		内、外径均有整形余量	内、外径尺寸精度为 IT6 ~ IT8 级时，为应用最多的一种
全整形		内、外径及高度均有整形余量，下压率约 1% ~ 3% 整形时制件各向受力	制件高度较小，内、外径尺寸精度为 IT5 ~ IT8 级

(续)

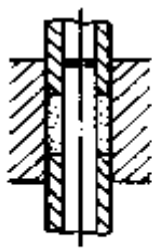

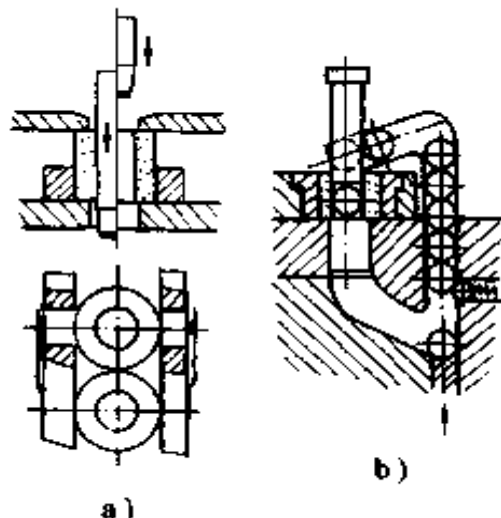
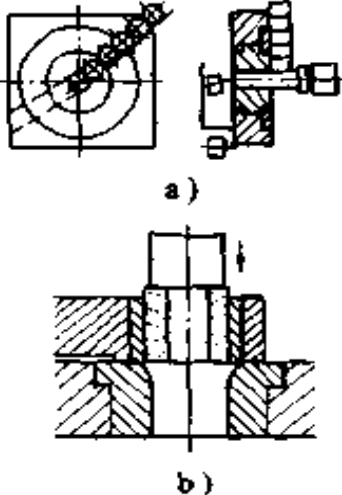
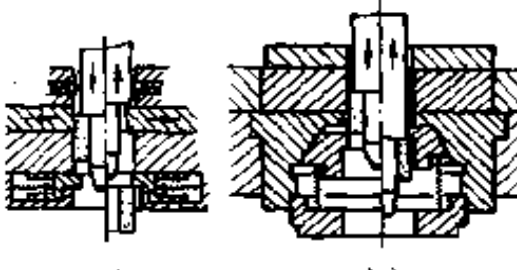
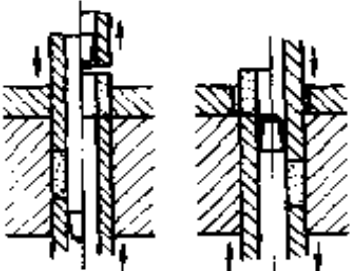
方式	简图	特点	适用条件
复压		制件内、外径均留装模间隙，下压率较大，为 15%~20% 金属有一定程度流动	制件高度较小，密度要求较高时
精压		改变制件形状，如端面压出图案、油槽、弧形等	如瓦形件等初压成型困难的制件

表 10-4 整形模结构基本形式

整形方式	简图	结构特点
单整内径	 <p>a) b)</p>	<p>图 a 直线送进、柱定位、挡板限位，保证脱模</p> <p>图 b 转盘送进、设定位、球作芯棒、循环使用</p>

(续)

整形方式	简 图	结构特点
单整外径	 <p>a)</p> <p>b)</p>	<p>图 a 斜槽送进、槽底定位</p> <p>图 b 转盘送进、设定位</p>
内外径同时整	 <p>a)</p> <p>b)</p>	<p>图 a 直线送进、弹簧滚珠定位、上滑块伸芯棒、伸毕滑块外退。下部活动挡爪脱芯棒用。用于整形余量较大时</p> <p>图 b 直线送进、下部锥面活动挡爪脱芯棒用</p>
全整形	 <p>a)</p> <p>b)</p>	<p>图 a 先伸芯棒、下模浮动到刚体受压进行全整形</p> <p>图 b 先整内外径，然后进行高度全整形</p>

19. 轴套全整形模结构有何特点?

答：图 10-9 所示为轴套全整形模。模架有上、中、下三层模板，上模板 3 起导向作用，中模板 2 用于固定凹模，下模板 1 用于承压，并固定在压机上。芯棒 6 插在模柄 5 的 T 形槽中，由上模冲 7 定位。下模冲 8 插在下模座 10 的 T 形槽中，由凹模 9 的内孔定位。整形时，模柄下行，芯棒先

压制 装料(脱模)

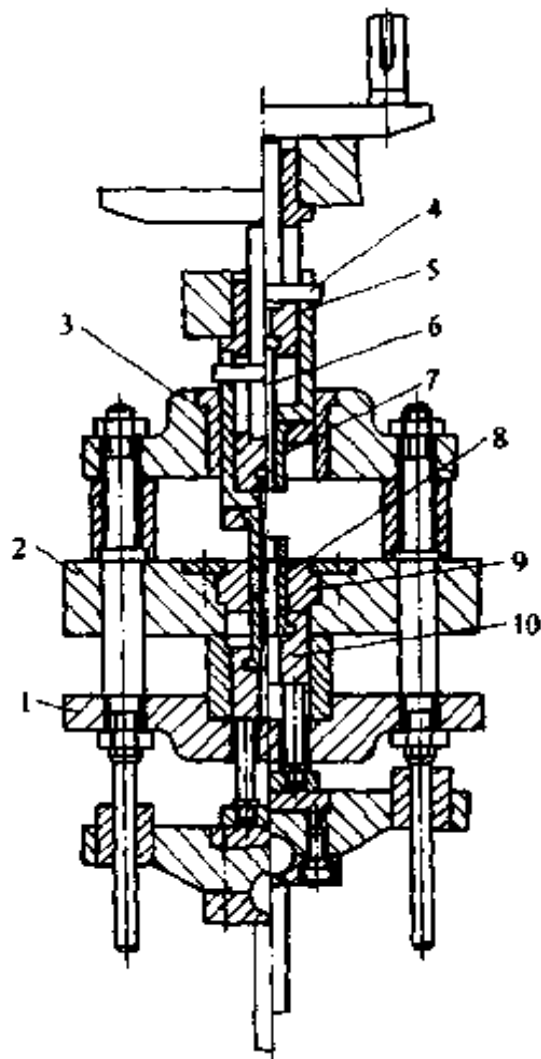


图 10-9 轴套全整形模

1—下模板 2—中模板 3—上模板 4—顶柱 5—模柄
6—芯棒 7—上模冲 8—下模冲 9—凹模 10—下模座

串入坯件孔，上模冲被模柄强制压下，迫使坯件压入凹模内完成全整形。模柄上行时，下模冲被顶出机构向上顶，使坯件顶出凹模，同时，芯棒被模柄带着上行，而上模冲被模柄孔内的顶柱 4 挡住限位，迫使坯件脱出芯棒。

20. 压模工作零件径向尺寸如何计算？

答：压模径向尺寸计算顺序为，先整形模，后成型模；先成型尺寸（凹模内径，芯棒外径），后配合尺寸（模冲内、外径）。计算公式见表 10-5。

表 10-5 径向尺寸计算公式 (mm)

径向尺寸	计算公式
整形凹模内径 D_z	$D_z = D_{\min} - \delta_1$
整形芯棒外径 d_z	$d_z = d_{\max} + \delta_2$
成型凹模内径 D_c	$D_c = D_z (1 + c - g) + \Delta_1$
成型芯棒外径 d_c	$d_c = d_z (1 + c - g) - \Delta_2$
模冲外径 D_{ch}	$D_{ch} = D_z - e_z$
模冲内径 d_{ch}	$d_{ch} = d_z + e_z$

公式代号

D_{\min} —坯件外径最小尺寸	Δ_1 —坯件外径整形余量
δ_1 —坯件外径整形回弹量	Δ_2 —坯件内孔整形余量
d_{\max} —坯件内孔最大尺寸	D_z —凹模内径中间尺寸
δ_2 —坯件内孔整形回弹量	d_z —芯棒外径中间尺寸
c —烧结收缩率 (%)	e_z —配合间隙中值
g —坯件回弹率 (%)	

21. 压模工作零件轴向尺寸如何计算？

答：压模工作零件的轴向尺寸计算主要是装粉高度，其他轴向尺寸根据结构需要而定。

无台柱状坯件的装粉高度 h_0 (mm)

$$h_0 = \frac{\rho_k}{\rho_0} h_k \quad (10-1)$$

式中 ρ_k ——坯件密度 (g/cm^3);
 ρ_0 ——粉末松装密度 (g/cm^3);
 h_k ——坯件高度 (mm)。

带台柱状坯件及其他非柱状坯件的装粉高度，则根据组合模冲的补偿装粉使各处粉末的压缩比大致相同的原理来进行计算。

22. 铁、铜基粉末的松装密度如何选择？

答：铁铜基粉末的松装密度见表 10-6。

表 10-6 铁、铜基粉末的松装密度 ρ_0 (g/cm^3)

粉末类型	范围	常用值
电解铁粉	1.8~2.2	2.0
还原铁粉	2.0~2.8	2.4
雾化铁粉	2.5~3.2	2.8
雾化 6-6-3 锡青铜粉	2.4~3.1	2.7
电解铜粉	1.7~1.9	1.8

23. 铁、铜基坯件的回弹率如何确定？

答：铁、铜基坯件的回弹率参照表 10-7 选择确定。

表 10-7 铁、铜基坯件回弹率 g (%)

密度/ (g/cm^3)	>5.6~6.1		>6.1~6.5		>6.5~7.2		>7.2~7.6	
	范围	常用值	范围	常用值	范围	常用值	范围	常用值
铁基	0.1~0.2	0.15	0.15~0.25	0.20	0.20~0.30	0.25	—	—
6-6-3 锡青铜	—	—	0.05~0.15	0.10	0.10~0.20	0.15	0.15~0.25	0.20
电解 铜粉	—	—	—	—	0.08~0.12	0.10	0.10~0.20	0.15

24. 铁、铜基合金坯件的烧结收缩率如何确定?

答: 铁、铜基合金坯件的烧结收缩率参照表 10-8 选择确定。

表 10-8 铁、铜基坯件烧结收缩率 c

成分	密度/ (g/cm^3)	收缩率 (%)		工 艺 条 件
		范围	常用值	
纯 铁	>5.6~6.1	0.5~0.8	0.6	烧结温度 1000~1150℃
	>6.1~6.5	0.3~0.7	0.5	
	>6.5~7.1	0.2~0.4	0.3	
铁—碳	>5.6~6.1	0.5~1.0	0.8	w_C 1%~3% 烧结温度 1080~1120℃
	>6.1~6.5	0.4~0.8	0.6	
	>6.5~7.1	0.3~0.5	0.4	
铁—铜—碳	>5.6~6.1	0.4~0.7	0.5	w_{Cu} 2%~8%, w_C 0.5%~1.5% 烧结温度 1120~1150℃
	>6.1~6.5	0.1~0.5	0.3	
	>6.5~7.1	-0.2~0.2	0	
6-6-3 锡青铜	>6.5~7.1	1.2~2.0	1.5	烧结温度 780~830℃

注: w_C 、 w_{Cu} 分别为 C、Cu 的质量分数。

25. 铁、铜基合金坯件整形余量及整形回弹量如何确定?

答: 整形方式不同, 整形余量及回弹量也不同。内外径同时整形的余量及回弹量见表 10-9, 全整形的余量及回弹量见表 10-10。

表 10-9 内外径同时整形的余量及回弹量 (mm)

壁 厚	外 径				内 径			
	整形余量 Δ_1		回弹量 δ_1		整形余量 Δ_2		回弹量 δ_2	
	范围	常用值	范围	常用值	范围	常用值	范围	常用值
>3~5	0.040~ 0.060	0.050	0.005~ 0.015	0.010	0.020~ 0.040	0.030	<0.010	0.005
>5~7.5	0.050~ 0.080	0.060	0.005~ 0.015	0.012	0.030~ 0.060	0.045	0.005~ 0.015	0.010
>7.5~10	0.060~ 0.100	0.080	0.010~ 0.020	0.016	0.040~ 0.060	0.050	0.008~ 0.016	0.012
>10~15	0.080~ 0.140	0.110	0.015~ 0.025	0.020	0.060~ 0.100	0.080	0.010~ 0.020	0.015
>15	0.100~ 0.200	0.150	0.020~ 0.040	0.030	0.080~ 0.120	0.100	0.015~ 0.030	0.020

表 10-10 全整形的整形余量及回弹量 (mm)

壁 厚	外 径			内 径		
	整形余量 Δ_1		回弹量 δ_1	整形余量 Δ_2		回弹量 δ_2
	范围	常用值	常用值	范围	常用值	常用值
>3~5	0.030~0.050	0.040	0.003	0.010~0.030	0.020	0.002
>5~7.5	0.040~0.060	0.050	0.005	0.020~0.040	0.030	0.004
>7.5~10	0.050~0.070	0.060	0.007	0.030~0.050	0.040	0.006
>10~15	0.060~0.100	0.080	0.009	0.040~0.060	0.050	0.008
>15	0.080~0.120	0.100	0.012	0.050~0.070	0.060	0.010

注: 整形下压率为 1%~2%

26. 成型模凹模工作孔设计形式有哪些？

答：成型模凹模工作孔设计形式如图 10-10 所示。图 a 为手动模凹模，上、下端孔口需设 $R2 \sim R4$ (mm) 的圆角，便于装粉及进入模冲，防止坯件脱模裂纹。图 b 为自动模凹模，上端孔口需保持尖角以防止口部位积粉并利于推出坯件。图 c 为在凹模脱模端孔口设 $h = 3 \sim 5\text{mm}$ 及 $\alpha = 1^\circ$ 的锥度，防止坯件脱模裂纹。图 d 为当模孔较深时，允许有 $\leq 1:1000$ 的锥度，以减小脱模阻力，并可补偿因密度差而引起烧结收缩的不一致。使用时应注意脱模方向。

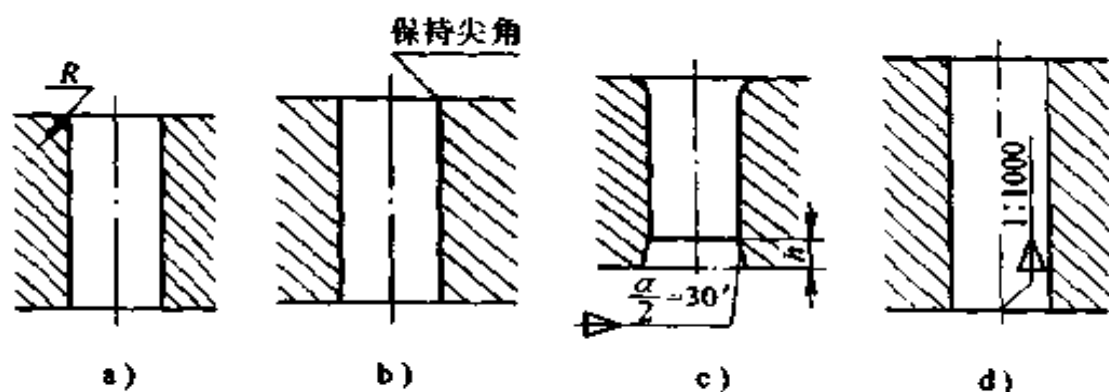


图 10-10 凹模工作孔

27. 成型模凹模轴向组合结构形式有哪些？

答：凹模轴向组合结构形式如图 10-11 所示。图 a 为成

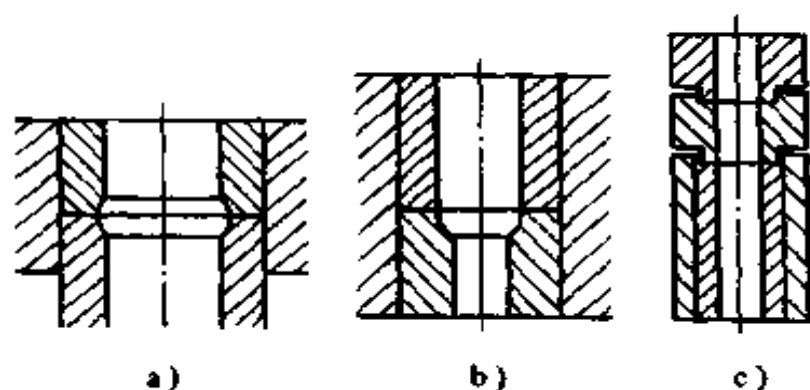


图 10-11 凹模的轴向组合结构

型球面坯件,为脱模而将其上下对分,凹模与模套为间隙配合。图 b 为成型带球面及柱面的坯件,为便于加工而将其上下对分,凹模与模套为过盈配合。图 c 为凹模孔细长时,将其分成 2~3 段组成,以便于加工和解决压机闭合高度小的问题。

28. 成型模凹模镶拼结构形式有哪些?

答:凹模镶拼结构形式如图 10-12 所示。对于整体的异形深孔型腔的凹模,往往加工困难,并因应力集中而在热处理或使用中开裂,为此采用拼块结构。

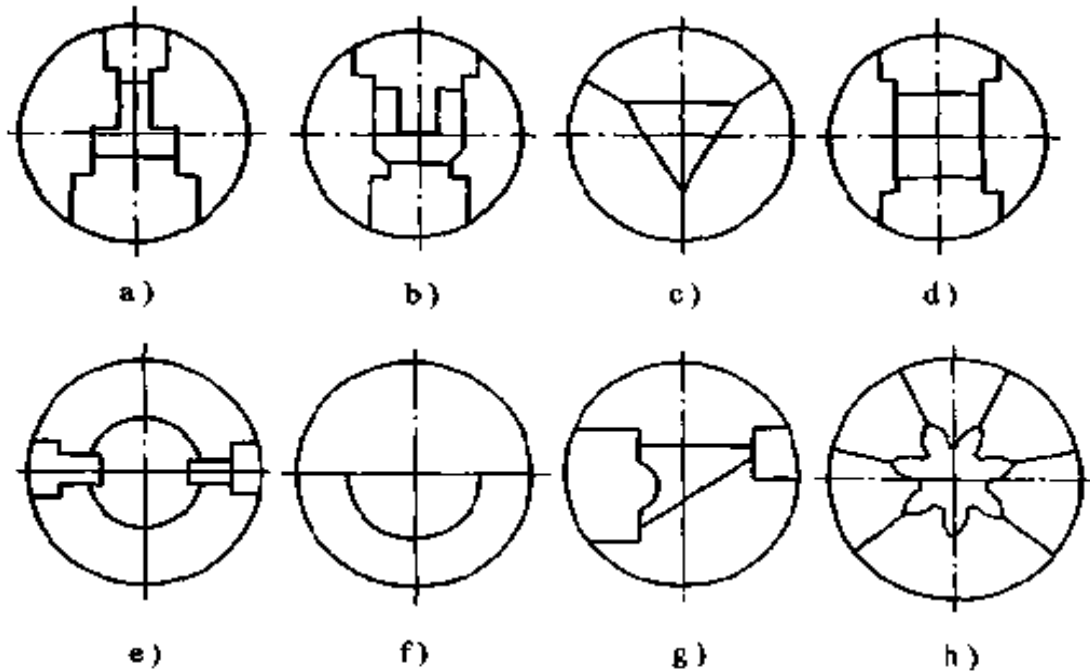


图 10-12 凹模拼块形式

29. 成型模芯棒结构形式有哪些?

答:成型模芯棒结构形式如图 10-13 所示。图 a 为手动模芯棒,两端设 $R0.5 \sim R1$ (mm) 的圆角,便于操作、避免划伤。图 b 为带台芯棒,台阶根部应有 $R \geq 1\text{mm}$ 的圆角,减小应力集中。图 c 为机动模芯棒,长度较大时可分成芯棒与接杆两部分以节约模具钢材和便于加工、维修和调换,孔径 D 为联接定位孔。图 d 为长芯棒,为减少与模冲的摩擦

和磨削加工量，设有 $a = 0.2 \sim 1\text{mm}$ 的台阶。

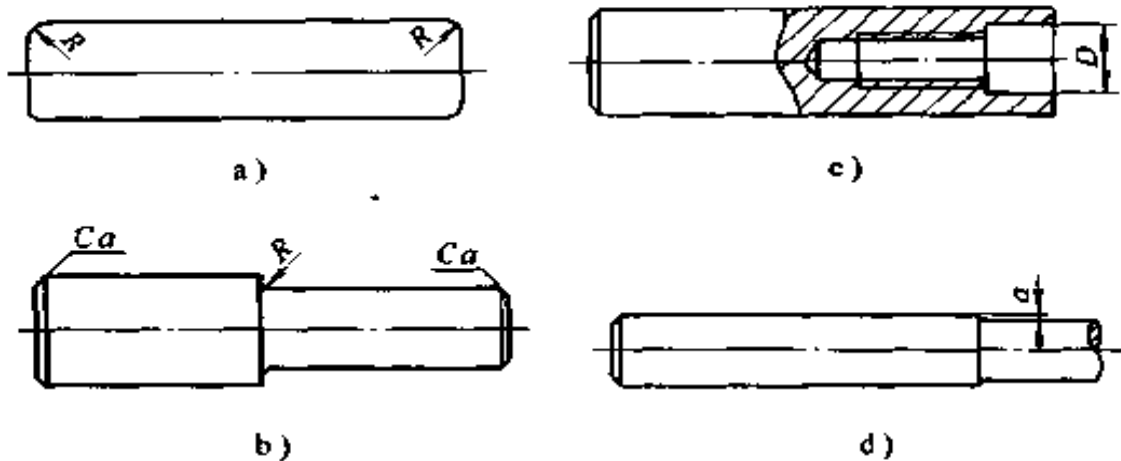


图 10-13 芯棒形式

30. 成型模模冲结构形式有哪些？

答：模冲结构形式如图 10-14 所示。图 a 为了减少配合面和精加工量，设 H_1 、 H_2 为 $15 \sim 25\text{mm}$ 、 $a = 0.2 \sim 1\text{mm}$ 的退刀量。图 b 台阶根部设 $R \geq 2\text{mm}$ 圆角。图 c 为防止坯件开裂，设有 R_1 、 $R_2 \geq 1\text{mm}$ 、 $a = 0.5 \sim 1\text{mm}$ 的结构。

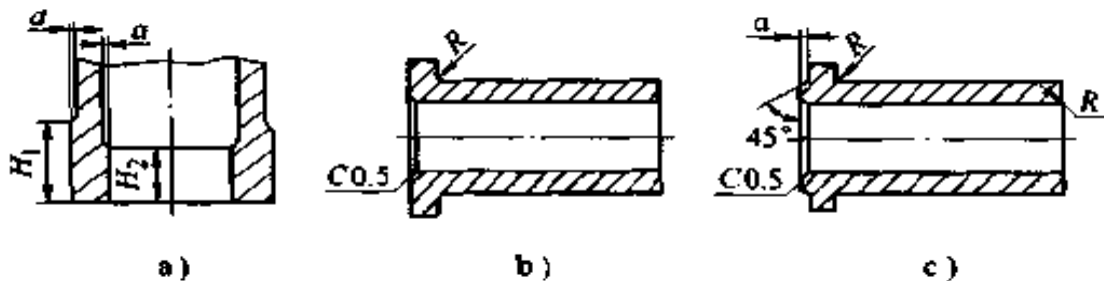


图 10-14 模冲形式

31. 整形凹模工作孔设计形式有哪些？

答：整形凹模工作孔设计形式如图 10-15 所示。图 a 为带导向锥度及脱模锥度的凹模， $R0.5 \sim R1$ (mm)， $H_1 = 3 \sim 5\text{mm}$ ， $H_2 = 5 \sim 15\text{mm}$ (硬质合金模为 $3 \sim 10\text{mm}$)， $H_3 = 1/3$ 坯件高。图 b 下端模口保持锐角，当坯件脱模后回弹，在脱芯棒时可防止坯件带回凹模孔内，上端模口 $R \geq 1\text{mm}$ 。

图 c 为复压或全整形用凹模， $R \geq 2\text{mm}$ ， H 为坯件高度与上下模冲导向高度之和。

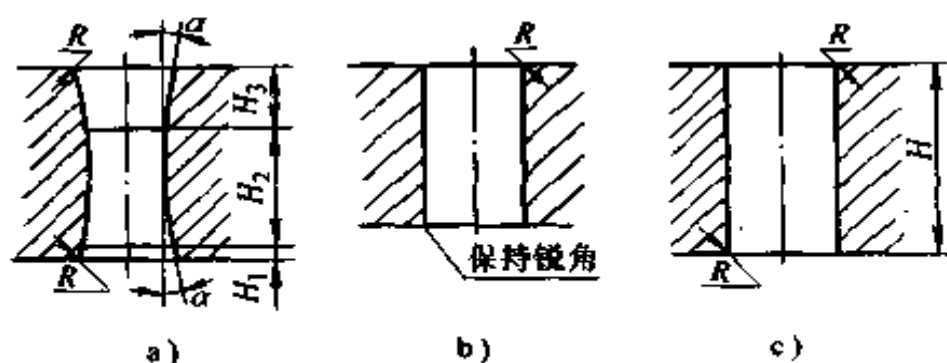


图 10-15 整形凹模工作孔

32. 整形芯棒结构形式有哪些？

答：整形芯棒结构形式如图 10-16 所示。图 a 为芯棒穿过坯件的形式， $H_1 = H_3 >$ 坯件高度， $H_2 = 5 \sim 15\text{mm}$ ， $\alpha = 1^\circ \sim 2^\circ$ 。图 b 端部有 $R \geq 2\text{mm}$ 的圆角。图 c 端部有 $\alpha = 1^\circ \sim 2^\circ$ 的导向锥， $H = 10 \sim 20\text{mm}$ 。图 d 端部焊有硬质合金圈， $\alpha = 1^\circ \sim 2^\circ$ ， $H_1 \leq 20\text{mm}$ ， $H_2 = 3 \sim 5\text{mm}$ ， $H_3 = 5 \sim 10\text{mm}$ ， $R_1 = R_2 = 0.5 \sim 1\text{mm}$ 。

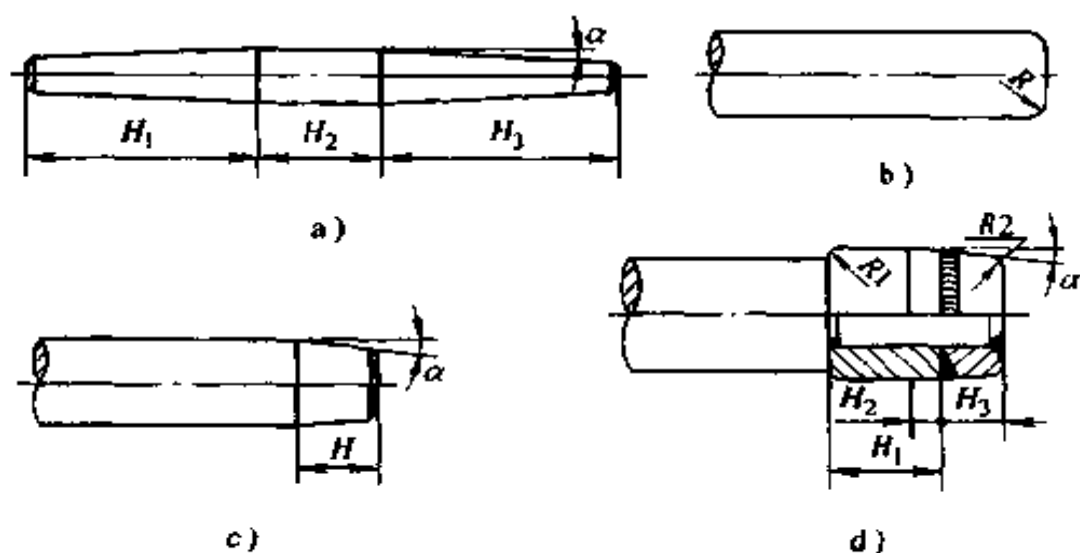


图 10-16 整形模芯棒形式

33. 什么叫粉末锻造?

答: 粉末锻造是粉末冶金和精密锻造相结合的新技术。通过粉末锻造可将粉末冶金提供的预制坯的孔隙度由 75%~85% 提高到 98% 以上, 从而大大提高了粉末件的机械强度, 可以用作受力结构件, 同时具有粉末件的一些特性。

34. 粉末锻造工艺有何特点?

答: 粉末锻造工艺特点如下:

- 1) 变形过程是压实和塑性变形两个过程的有机结合。
- 2) 变形力在开始阶段压实的成分为主, 故变形力较小。随着工件密度的增大, 变形力也增大, 但总体上变形力一般小于普通模锻所需的变形力。
- 3) 锻坯形状可制成最佳的毛坯形状, 以获得形状复杂的精密锻件。
- 4) 通过调整预制坯的密度和形状, 可得到具有合理流线和各向性能一致的锻件。
- 5) 锻件精度高于一般模锻件, 可得到尺寸精确、表面光洁材料利用率高的锻件。
- 6) 锻件的力学性能大体上相当于普通模锻件, 但塑性和韧性较差。

35. 粉末锻造工艺过程有哪些要求?

答: 粉末锻造工艺过程要求如下:

- 1) 锻造设备一般采用摩擦压力机、机械压力机或高速锤进行粉末锻造。
- 2) 一般要求在保护气氛中加热, 可采用电阻炉或中频感应电热炉, 有的采用玻璃润滑剂防氧化加热。加热温度和普通模锻一样。
- 3) 模具需预热到较高的温度进行模锻, 以避免模壁激冷锻坯, 影响锻件塑性及内部组织的均匀性。锻后锻件要求在保护气

氨中冷却,对复杂形状和要求高的锻件可采用整形和精压工序。

36. 适合粉末锻造的典型汽车零件有哪些?

答: 适合粉末锻造的典型汽车零件如图 10-17 所示。

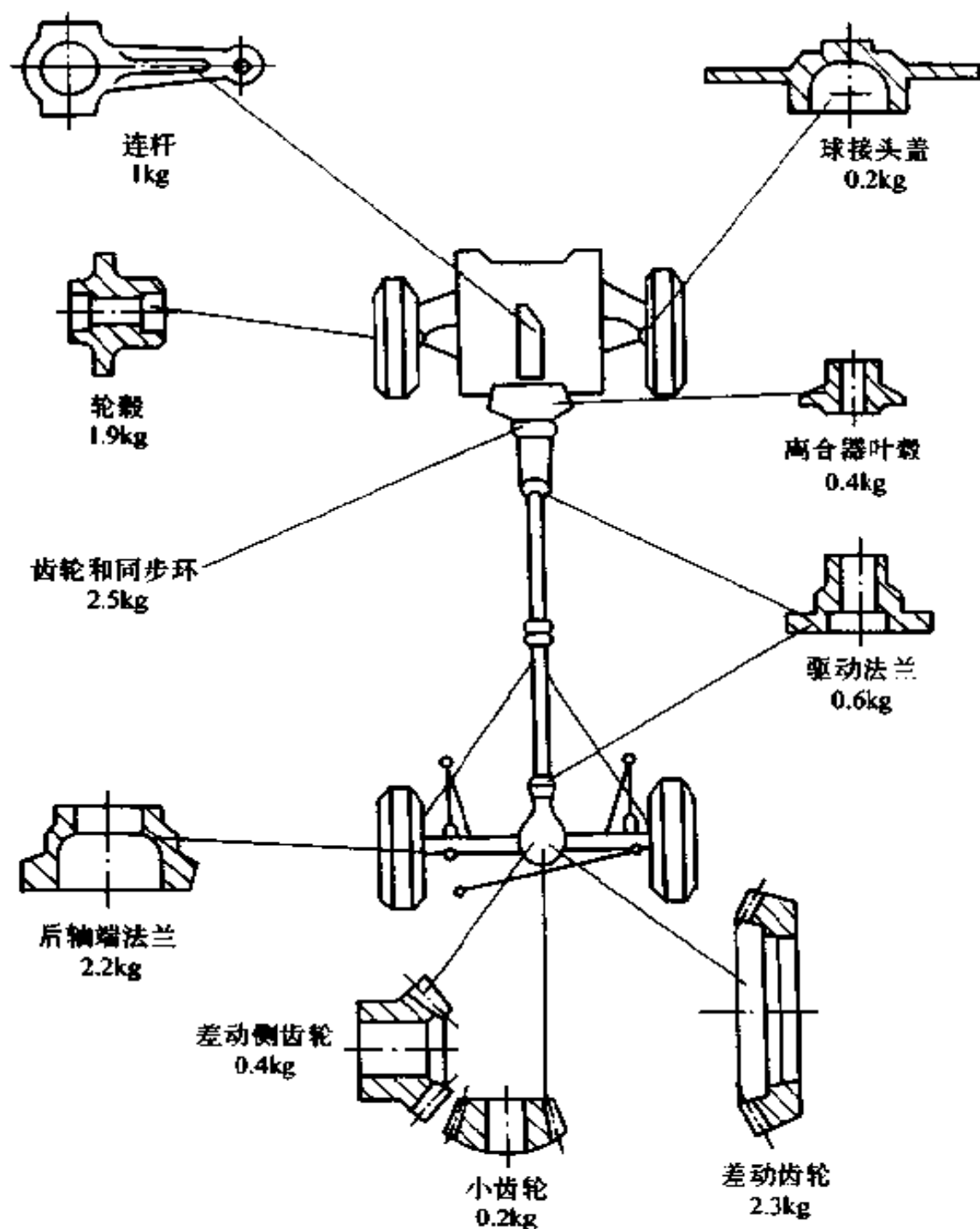


图 10-17 适合粉末锻造的典型汽车零件

37. 粉末锻造模具设计要点有哪些？

答：粉末锻造模具设计要点如下：

1) 粉末锻造件的尺寸精度和内部质量要取决于预制坯的形状和尺寸的优化设计。预制坯的形状尺寸尽可能合理接近终锻件的形状。

2) 粉末锻造可以生产精密锻件，除少数加工面留有较小的加工余量外，大部分非加工面要注意模具和锻件的热膨胀量和模具表面的粗糙度，以符合产品要求。

3) 粉末锻造成形一般是在单模膛采用闭式模成形，大部分锻造过程不产生飞边。

4) 粉末锻造可以生产复杂形状锻件，用组合模具实现多向变形锻造成形。




5) 与普通模锻一样在粉末模锻过程中应保证良好的润滑和表面防护措施。

第十一章 塑料模

1. 按加料腔的形式不同，压缩模可分几类？

答：按加料腔的形式不同，压缩模的分类及特点见表 11-1。

表 11-1 压缩模分类

类型	简图	特点
溢式压缩模		<p>型腔高度等于塑件高度，压缩成型时，过剩的塑料（加料量大于塑件重量的 5% 左右）易溢出，至完全合模为止。成型的塑件密度不高、强度差</p> <p>结构简单、造价低</p> <p>适用于对强度和尺寸无严格要求的塑件</p>
半溢式压缩模		<p>加料腔投影面积大于型腔投影面积，加料腔与型腔分界处形成一环形承压面。加料可略过量，成型时过量塑料通过凸、凹模的间隙或设在凸模上的溢料槽溢出。塑件紧密程度较高，不必准确计量加料量，凸模不会擦伤型腔壁，应用很广</p>
不溢式压缩模		<p>加料腔是型腔的延续部分，成型压力全部作用于塑件，塑料溢出量很少。能成型密度很高的塑件，能成型流动性低的、层状和纤维状填料的塑料。塑料需准确称料，脱模时塑件表面易擦伤，不适宜用于多型腔模具</p>

2. 按模具的安装方式不同，压缩模可分几类？

答：按模具的安装方式不同，压缩模可分为如下几类：

1) 移动式压缩模。压缩成型前、后的操作均在机外。其结构简单、制造周期短，因加料、开模、取件等工序均手工操作，模具易磨损，且劳动强度大。适用于压制批量不大的中小型塑件，以及形状复杂、嵌件较多、加料困难及带有螺纹的塑件。

2) 半固定式压缩模。一般为上模固定在压机上（也可按需要采用下模固定）下模（或上模）可沿导轨移动，用定位块定位。工作时移出下模（或上模）用手工取件或用机外推出装置取件。其结构便于放嵌件和加料，减轻劳动强度，并可与通用模架配合使用。当移动模具过重或嵌件较多时，为了便于操作可采用此模。

3) 固定式压缩模。上、下模均固定，开模、闭模、推出等工序均在机内进行。生产率较高，操作简单，劳动强度小，开模振动小，模具寿命长。但结构复杂、成本高，且安放嵌件不便。适用于压制批量较大或形状较大的塑件。

3. 移动式压缩模结构有何特点？

答：图 11-1 所示为移动式压缩模，是半溢式加料腔。成型结束后，将模具移出机外，抽去侧型芯 8，顶开上、下模，抽出侧型芯 6，取出塑件。模具用固定在机床上的上、下加热板加热。

图 11-2 所示也为移动式压缩模结构形式，是不溢式（封闭式）加料腔。下模采用镶件结构，设有螺纹型芯。

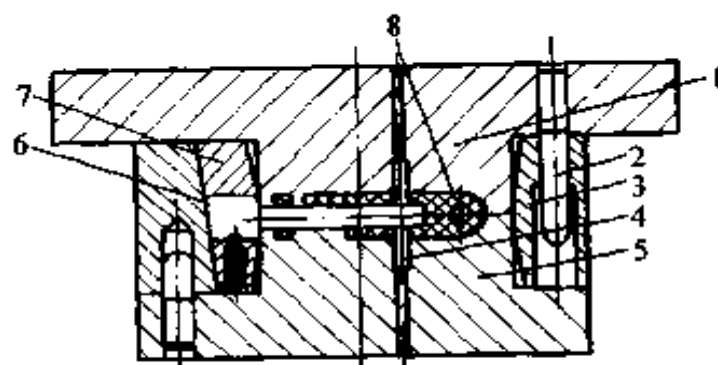


图 11-1 移动式压缩模 (一)

1—上模 2—导柱 3—凹模 4—型芯 5—下模 6—侧型芯
7—拼块 8—侧型芯

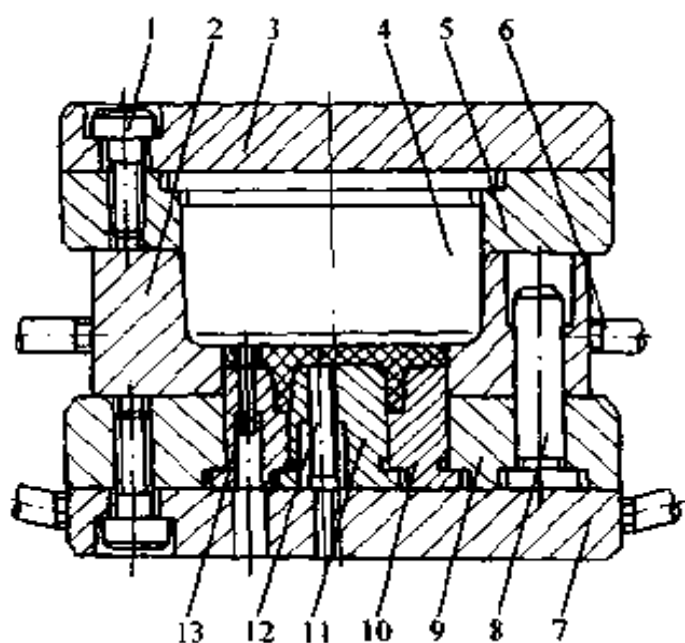


图 11-2 移动式压缩模 (二)

1—螺钉 2—型腔 3—上模板 4—上凸模 5—上固定板 6—手柄
7—下模板 8—导柱 9—下固定板 10—镶件
11—下凸模 12—顶杆 13—螺纹型芯

4. 半固定式压缩模结构有何特点?

答: 图 11-3 所示为半固定式压缩模结构形式, 其上模设计成盖板式活动模, 结构简单, 重量轻, 便于操作。

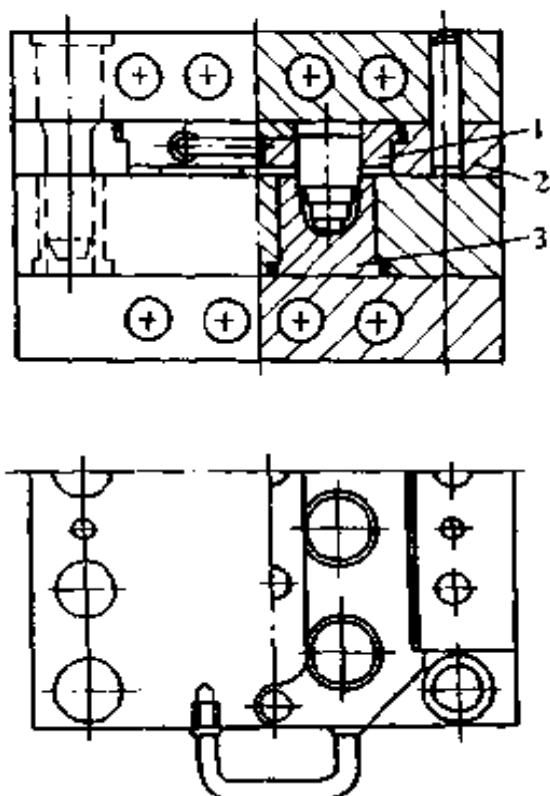


图 11-3 半固定式压缩模

- 1—活动上模
2—导轨
3—凹模

5. 固定式压缩模结构有何特点?

答：图 11-4 所示为固定式压缩模结构。是半溢式加料腔，加热板 1 和支承板 9 的孔内插入电热棒作模具加热用。

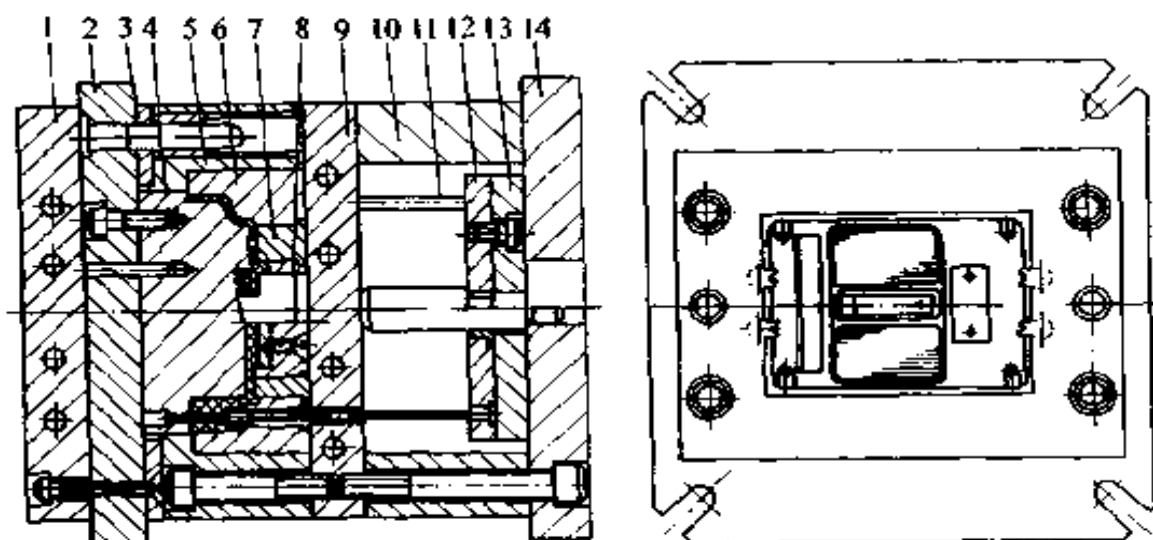


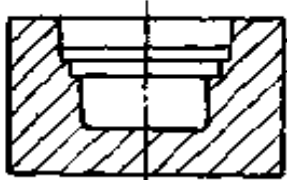

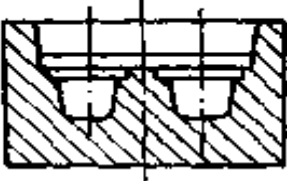
图 11-4 固定式压缩模

- 1—加热板 2—上模座板 3—承压板 4—凸模 5—模套 6—凹模
7、8—镶件 9—支承板（兼加热板） 10—垫块 11—推杆
12—推杆固定板 13—推板 14—下模座板

6. 压缩模加料腔形式有哪些?

答: 压缩模加料腔形式见表 11-2。

表 11-2 加料腔形式

形式	简图	特征
单型腔单加料腔		一模设置一个型腔, 并以型腔的延续部分或扩大部分 (半封闭式) 作为加料腔。这种形式多用于移动式模具
多型腔多加料腔		一模多腔时, 每个型腔都有单独的加料腔, 故对加料量的精度及模具组装及调整技术要求较高。如各型腔加料量相差过大, 或型腔深度不一致, 则会导致各型腔承压不均匀等弊病, 常用于压制批量大的中、小型塑件
多型腔共加料腔		一模多腔时, 各型腔公用一个加料腔。加料方便, 加料量精度要求低, 适用于压制流动性较好的塑料及批量大, 形状简单的中小型塑件

7. 加料腔设计要点有哪些?

答: 溢式压缩模在成型前将塑料堆放于型腔内, 无加料腔。半溢式或不溢式压缩模都有加料腔。一般, 加料腔的体积等于塑料成型前体积减去型腔体积。

塑料成型前的体积 V (cm^3) 按式 (11-1) 计算

$$V = V_1 f \quad (11-1)$$

式中 V_1 ——塑件和溢料、飞边的总体积 (cm^3), 溢料和飞边的体积按塑件体积的 5%~10% 计;

f ——塑料的压缩比 (见表 11-3)。

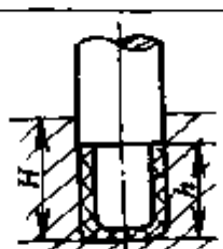
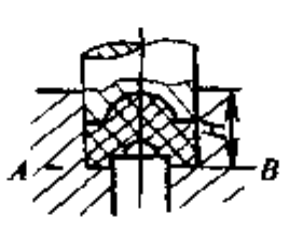
表 11-3 常用热固性塑料的压缩比

塑料名称	塑料的填充料	压缩比
酚醛塑料	木粉	1.0~1.5
	石棉	1.0~1.5
	云母	2.1~2.7
	碎布	3.5~18.0
脲醛塑料	纸浆	2.2~3.0
三聚氰氨甲醛塑料	纸浆	2.2~2.5
	石棉	2.1~2.5
	碎布	5.0~10.0

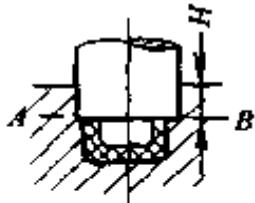
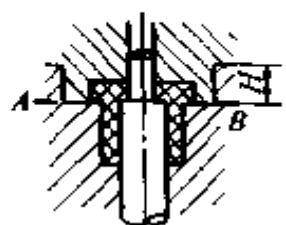
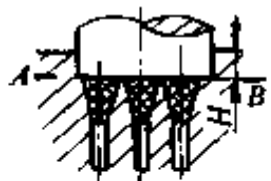
8. 加料腔的高度尺寸如何计算?

答: 加料腔断面尺寸根据模具类型, 塑件形状、尺寸而定。当得到了加料腔体积和断面面积后即可计算出加料腔高度。表 11-4 列出几种加料腔高度计算公式供参考。

表 11-4 加料腔高度的计算 (cm)

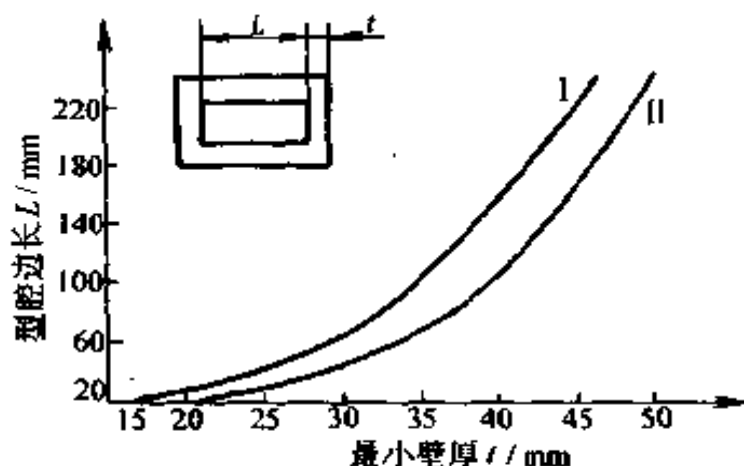
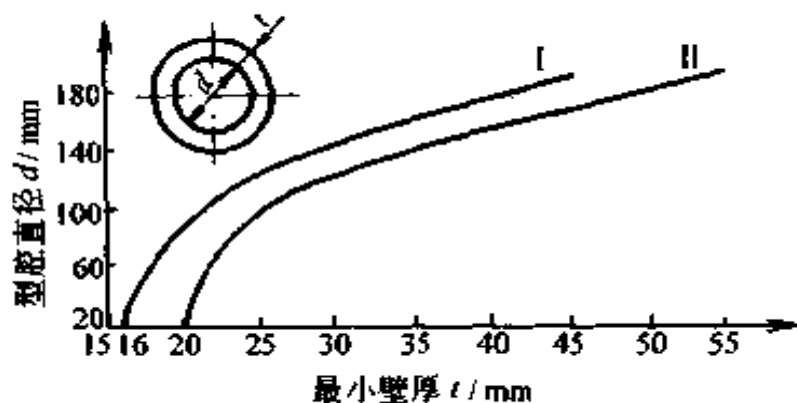
形式	简图	公式	说明
不溢式		$H = h + (1 \sim 2)$	H—加料腔高度 h—塑件高度
		$H = \frac{V + V_s}{A} + (0.5 \sim 1)$	H—加料腔高度 V—塑料成型前体积 (cm ³) V _s —下型芯凸出 A-B 线部分的体积 (cm ³) A—加料腔面积 (cm ²)

(续)

形式	简图	公式	说明
		$H = \frac{V - V_b}{A} + (0.5 \sim 1)$	<p>H—加料腔高度</p> <p>V—塑料成型前体积 (cm^3)</p> <p>V_b—A-B 线以下型腔体积 (cm^3)</p> <p>A—A-B 线以上加料腔面积 (cm^2)</p>
半溢式		$H = \frac{V - V_c + V_d}{A} + (0.5 \sim 1)$	<p>H—加料腔高度</p> <p>V—塑料成型前体积 (cm^3)</p> <p>V_c—A-B 线以下的塑件体积 (cm^3)</p> <p>V_d—A-B 线以上的型芯体积 (cm^3)</p> <p>A—A-B 线以上的加料腔面积 (cm^2)</p>
		$H = \frac{V - nV_0}{A} + (0.5 \sim 1)$	<p>H—加料腔高度</p> <p>V—塑料成型前体积 (cm^3)</p> <p>V_0—A-B 线以下单个塑件体积 (cm^3)</p> <p>n—型腔数</p> <p>A—A-B 线以上加料腔面积 (cm^2)</p>

9. 压缩模型腔壁厚如何确定?

答: 型腔壁厚一般根据经验确定。图 11-5, 图 11-6 所示为圆形和矩形型腔壁厚的经验曲线图。



若将型腔作为镶件时，镶件壁厚及模套壁厚的确定见表 11-5。

表 11-5 镶件型腔及模套壁厚 (mm)

	圆形镶件		矩形镶件	
图示				
	型腔直径 (d)		型腔长边宽度 (L)	
	40~100	100~200	40~100	100~200
镶件壁厚 t_1	5~10	10~15	5~10	10~15

(续)

	圆形镶件	矩形镶件
模套壁厚 t_2	$t_2 = (0.7 \sim 0.8) t$ t ——由图 11-5 求得的相应值	$t_2 = (0.7 \sim 0.85) t$ t ——由图 11-6 求得的相应值

10. 压缩模常用分型面形式有哪些?

答: 分型面的常用形式见表 11-6。

表 11-6 分型面形式

形式	简图	特征
水平分型面		<p>分型面平行于压机的工作台面。一般设有一个或两个分型面。开模后,前者分为上、下模两部分;后者分为上、下模、模套三部分,如左图所示,用于一般塑件的压制</p>
垂直分型面		<p>分型面垂直于压机的工作台面。一般设有一个或两个分型面。垂直分型面拼块外形为锥面或斜面。闭合时与模套以锥面或斜面锁紧。模套及模块的斜度应配制以保证紧密配合。用于有侧凹、侧凸等塑件。如左图的线圈骨架等</p>

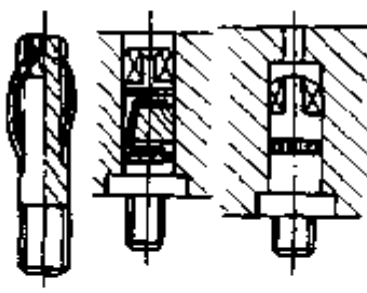
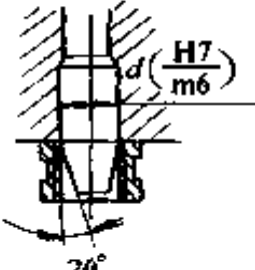
11. 压缩模螺纹型芯、嵌件杆的形式及安装方法有哪些?

答: 热固性塑件上经常直接成型出螺孔, 或压入金属的螺纹嵌件。直接成型螺孔需使用螺纹型芯, 压入嵌件需要使用嵌件杆。成型后螺纹型芯或嵌件杆都随塑件一起出模, 然后从塑件上旋下。因此, 两者都有成型前先往模具上安装的问题。安装方法见表 11-7。

表 11-7 螺纹型芯、嵌件杆的形式及安装

安装位置	简 图	说 明
安 装 于 下 模		<p>使用嵌件杆时, 如嵌件下端与模具表面贴合不好, 则成型时塑料进入, 使嵌件升起, 嵌件将凹入塑件表面</p>
安 装 于 上 模		<p>螺纹型芯较小或嵌件外径 < 8mm 时, 在杆部开槽, 热处理淬硬, 使用时靠弹性支撑于上模</p>

(续)

安装位置	简 图	说 明
安 装 于 上 模		<p>螺纹型芯的螺纹直径在 M6 以上时, 或嵌件外径在 8~16mm 时, 可用弹簧支撑结构, 结构可靠、制造麻烦</p>
		<p>将嵌件杆 (锥体) 固定在上模上, 将嵌件轻轻砸在锥面上, 使用方便、简单</p>

12. 螺纹型环与螺杆嵌件的安装方法有哪些?

答: 塑件上直接成型螺杆或压入螺杆嵌件时, 用图11-7所示的安装方法。图 a 为将螺纹型环安装于下模, 图 b 为将螺杆嵌件安装于上模。

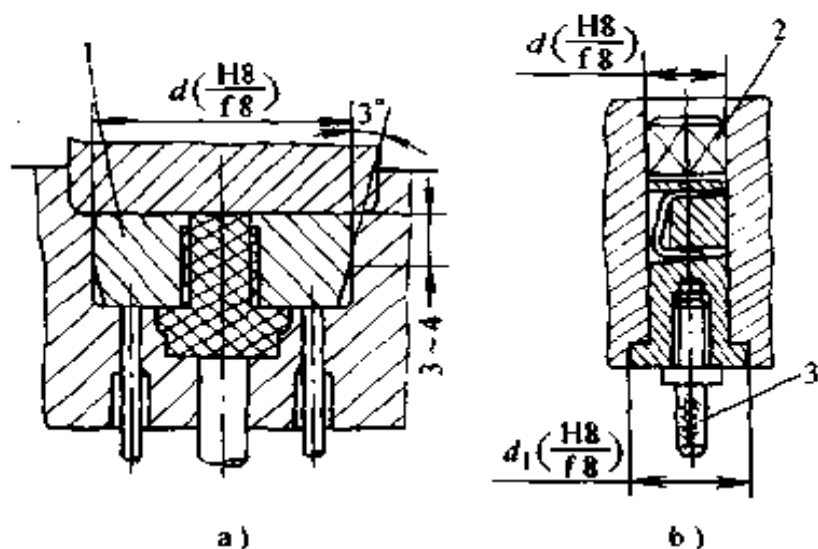


图 11-7 螺纹型环与螺纹嵌件的安装
1—螺纹型环 2—嵌件杆 3—螺杆嵌件

13. 压缩成型压力如何计算？压机压力如何选择？

答：塑件压缩成型所需压力 F (N) 计算见式 (11-2)

$$F = Ap \quad (11-2)$$

式中 A ——型腔总投影面积 (mm^2);

p ——压缩成型的单位压力 (见表 11-8) (MPa)。

表 11-8 压缩成型的单位压力 (MPa)

酚 醛 塑 料			氨基塑料
粉状填料	布基填料	石棉填料	
12.5~35	35~100	40~55	12.5~35

注：塑件壁愈薄深度愈大、形状愈复杂、单位压力愈大。

所选压机的额定压力应大于计算的成型压力，取成型压力的 1.1~1.2 倍。

14. 脱模力的大小如何计算？

答：使塑件从模具内脱出所需的力叫脱模力。塑料脱模力 F_t (N) 计算见式 (11-3)

$$F_t = A_c p_j \quad (11-3)$$

式中 A_c ——塑件侧面总面积 (mm^2);

p_j ——塑料与模具的结合力 (MPa)，一般木质纤维和矿物质填料取 0.5MPa，玻璃纤维填料取 1.5MPa。

所选压机额定顶出力应大于计算脱模力。此外，选择压机还应考虑压机开距与模具厚度的关系、压机行程与模具所需开模距离的关系、压机顶出杆行程与所需顶出距离的关系以及工作台面的安装尺寸等。

15. 压缩模的凸、凹模的组成形状及尺寸如何确定？

答：压缩模成型零件，对凸模与凹模合紧后组成的形状

与尺寸都有一定要求。

图 11-8a 所示为半溢式压缩模、图 11-8b 所示为不溢式压缩模的凸、凹模组成形状及尺寸。 l 为挤压部分，对于中小型塑件 l 取 2~4mm，对于大型塑件 l 取 3~5mm。 s 为储料槽厚度，取 0.5~1mm。 n 为模具合紧后留有的间隙，防止凸、凹模接触， n 取 0.03~0.05mm。 l_1 为配合部分长度，移动式压缩模 l_1 取 4~6mm，固定式压缩模 l_1 可取大些。 l_2 为导入部分长度。导入部分设斜度 α 取 $20' \sim 1^\circ 30'$ 。凸、凹模间隙 Δ 取 0.05~0.1mm。排气槽深度 t 取 0.2~0.3mm。

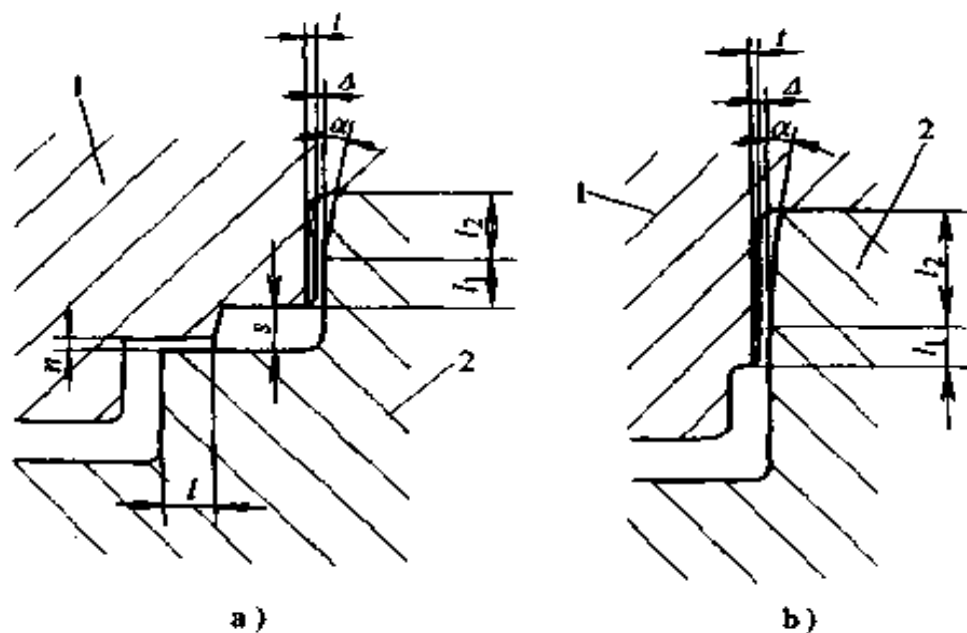


图 11-8 凸、凹模组成形状尺寸

1—凸模 2—凹模

16. 压缩模导柱与导套设计有何特点？

答：压缩模的导柱、导套与注射模的导柱、导套有所区别。图 11-9 所示为移动式压缩模用的导向形式。一般不设导套，导向孔直接做在凹模内。

固定式压缩模的导柱、导套形式与注射模的类似。由于

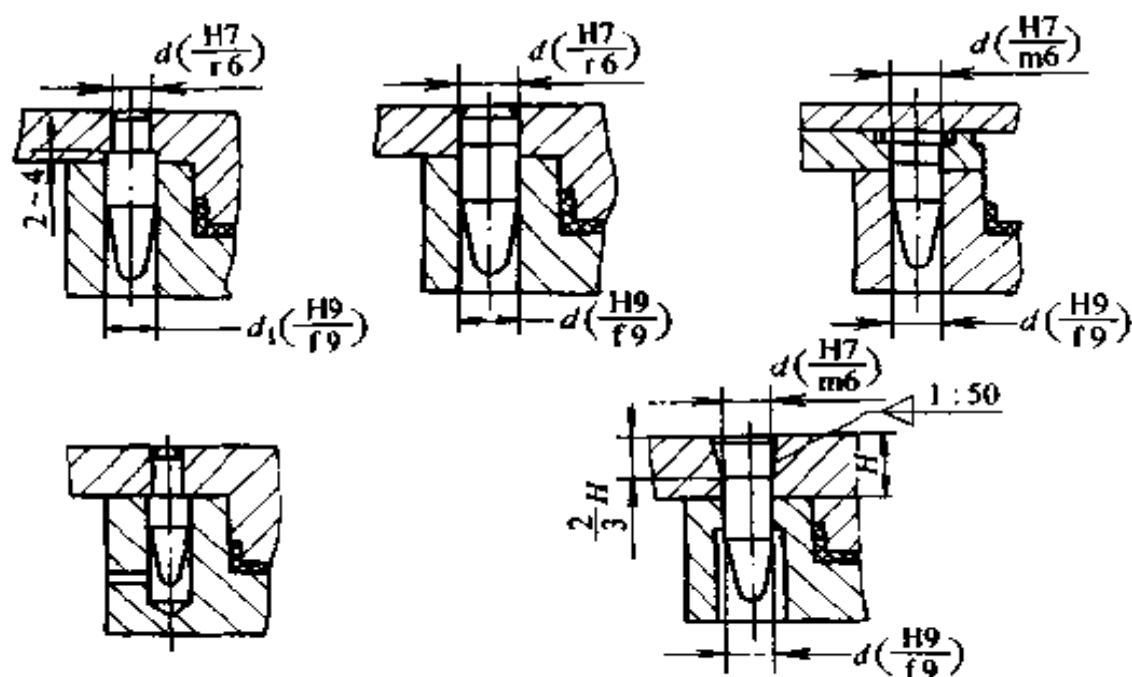


图 11-9 移动式压缩模的导向

成型时模具温度较高，上下模加热后孔距存在变化差异，因此导柱与导套的配合采用 H9/f9，使有较大的配合间隙，防止导柱与导套间卡死。

17. 压缩模顶出机构有哪几种形式？

答：对于每一副移动式压缩模，都需配备一副卸模架。固定式压缩模的顶出机构有上顶出与下推出两种形式。有时塑件需要留在上模，因此需要用上顶出机构。有时在开模后，塑件留在上模或下模都有可能，因此上下模都需设顶出机构。图 11-10 所示为上顶出机构的一种形式。利用上

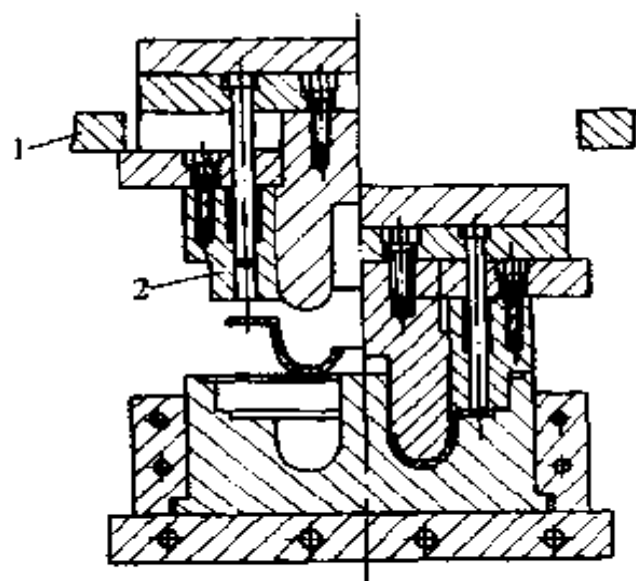
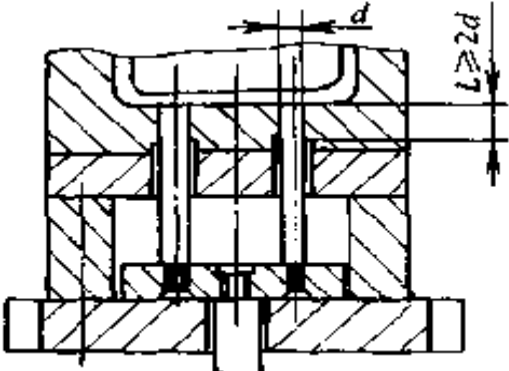
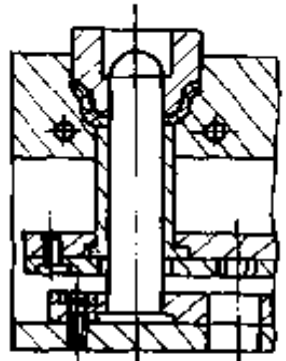
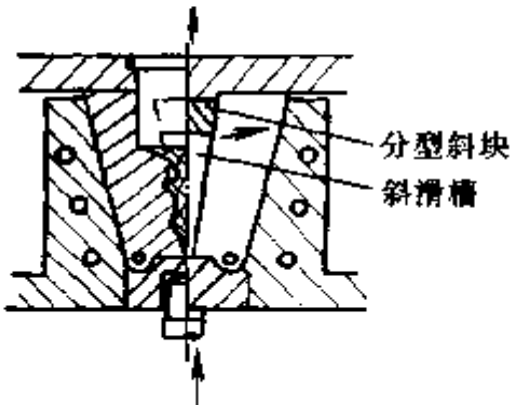


图 11-10 上顶出机构形式
1—挡板 2—推板

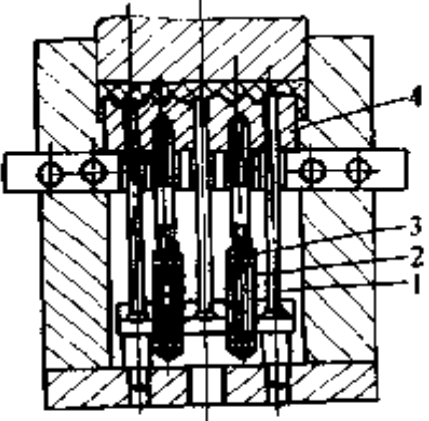
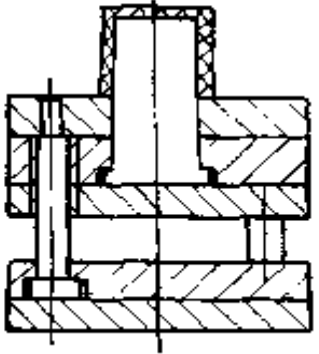
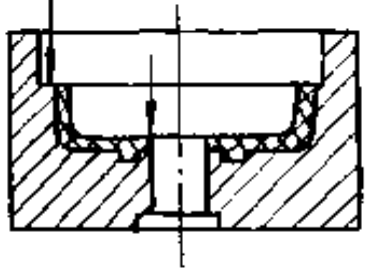
模的回程,用装在压机上的挡板 1 推动推板 2 脱件。

下推出机构使用最多,其结构类似注射模的顶出机构。但模具的推板与压机顶出轴之间用尾轴连接。压机顶出轴回程时,通过尾轴使模具顶出机构复位。常用下推出机构形式见表 11-9。

表 11-9 常用下推出机构形式

简 图	特 征
	<p>推杆推出,其制造容易,更换方便,推出效果好,应用广泛。但推杆不宜太细,其位置应避免与活动型芯发生干扰,与模具配合部分呈间隙配合,其配合部分长度应大于或等于两倍推杆直径</p>
	<p>管式推出,宜用于推出圆筒形塑件,结构较推杆推出复杂,型芯固定</p>
	<p>铰链式自动分型 垂直分型拼块上的斜滑槽与固定在模套上的分型斜块作用,即可开模</p>

(续)

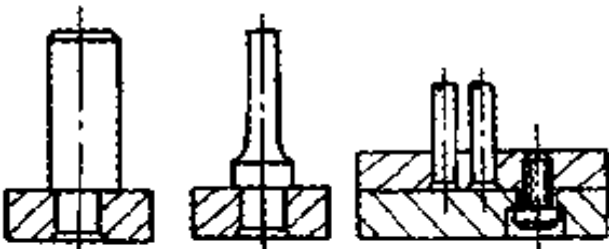
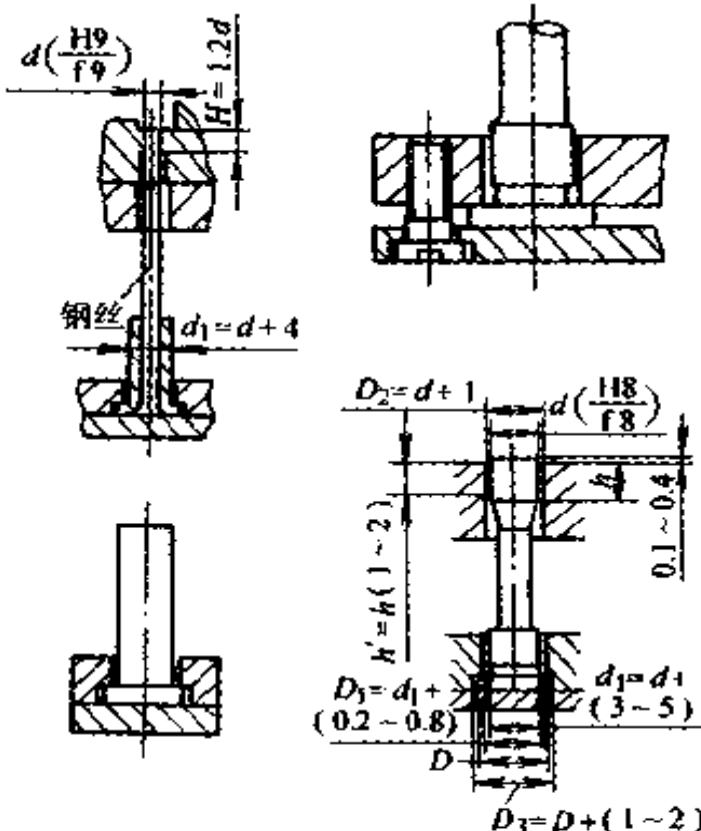
简 图	特 征
	<p>两级推出机构可防止塑件变形。推出开始时推杆 1 及螺纹推杆 2 同时作用，将活动下模 4 及塑件顶起，继续推出，当螺纹推杆 2 上的螺母 3 碰到加热板后由于弹簧作用，螺杆的动作停止，而推杆继续上升将塑件推出</p>
	<p>对于薄壁管型、壳体塑件或小直径窄长塑件，不宜设推杆或推管等推出机构时可采用推板推出机构。该机构推出平稳。推力均匀，推出面积较大</p>
	<p>空气推出机构，用压缩空气沿箭头表示方向吹入即可将塑件吹出，适用于薄膜软塑件</p>

注：根据塑件结构特点有时常可将上述各种推出机构组合成其他类型的联合推出机构。

18. 推杆形式及固定方法有哪些？

答：推杆形式及固定方法、配合见表 11-10。

表 11-10 推杆固定方法及配合

简 图	说 明
	<p>常用于移动式及推杆直径较小、推出距离较近场合</p>
	<p>适用于推杆直径 $\leq 8\text{mm}$ 的中、小型固定式压模。$d \leq 5\text{mm}$ 的可采用弹簧钢丝作为推杆</p> <p>为了防止模具受热膨胀卡死推杆，使推杆自由调整中心，推杆与其固定孔应留 $0.5 \sim 1\text{mm}$ 的间隙</p>

(续)

简 图	说 明
	<p>适用于 $d \geq 8\text{mm}$ 的大、中型固定式压模</p>

19. 压缩模常用复位杆的形式有哪些?

答: 复位杆与推杆一起被固定在推杆固定板上, 合模时起着将推杆固定板拉回原位的作用。当压机尾轴直接与模具推出机构相连时可不用复位杆。常用的复位杆形式如图 11-11 所示。图 a 为模内复位杆, 用于一般模具; 图 b 为模外复位杆, 用于较大型模具。

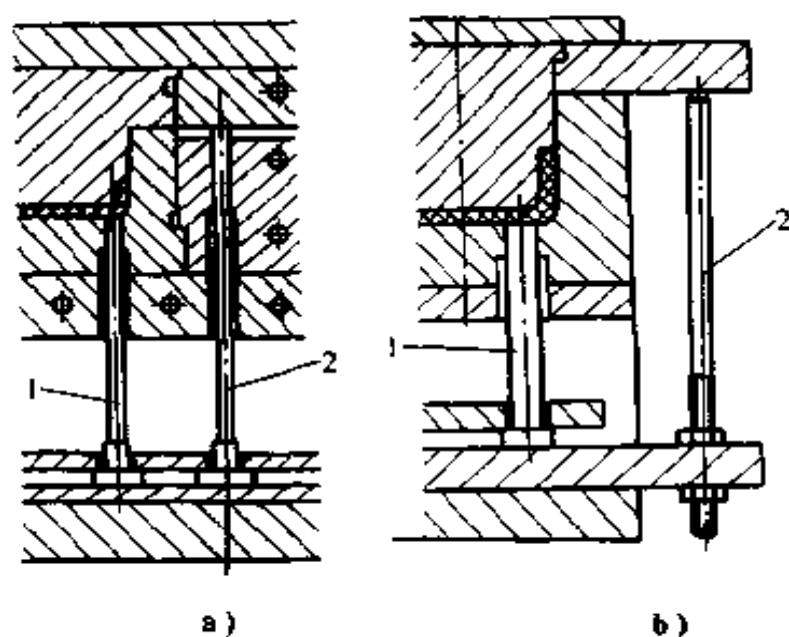


图 11-11 复位杆形式

a) 模内复位杆

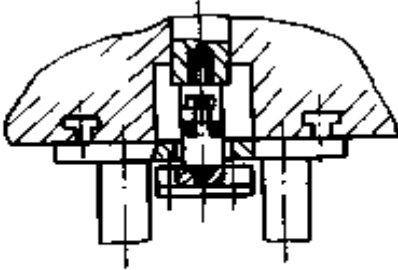
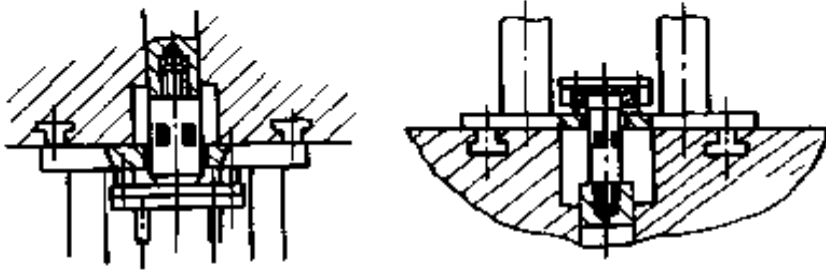
b) 模外复位杆

1—推杆 2—复位杆

20. 压缩模尾轴结构及连接形式有哪些?

答: 尾轴的作用是驱动模具推出机构。常用的尾轴结构及连接形式见表11-11。

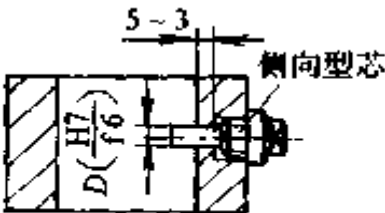
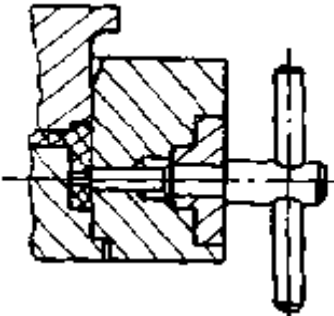
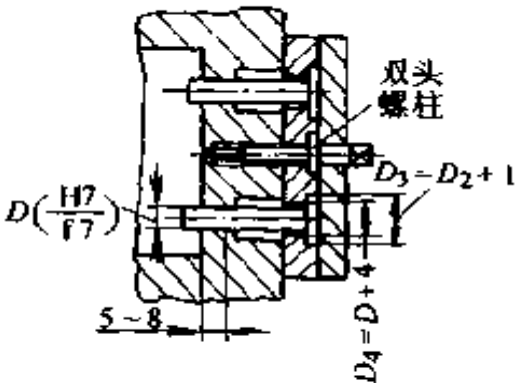
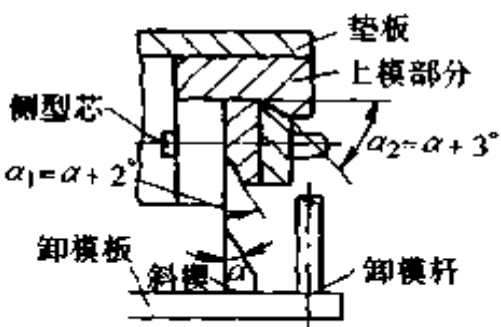
表 11-11 尾轴结构及连接形式

图 示	说 明
	需要复位杆
	不需要复位杆, 推出后可将推出板拉回

21. 压缩模常用的抽芯机构的形式有哪些?

答: 当塑件有侧孔、侧凹或侧凸时, 在开模取件前, 应先将侧芯抽出, 合模时先复位, 这种机构称为抽芯机构。其常用的有手动抽芯机构和机动抽芯机构, 见表 11-12。

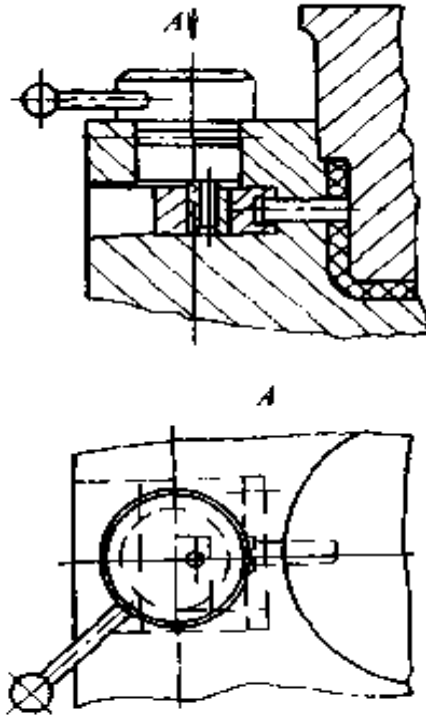
表 11-12 常用抽芯机构

手动抽芯机构	
简图	特点
 <p>侧向型芯</p> <p>$D(\frac{H7}{f6})$</p> <p>5-3</p>	螺杆侧抽芯机构
	螺杆侧抽螺纹型芯机构，两螺纹直径不同，但螺距及旋向需相同
 <p>双头螺柱</p> <p>$D(\frac{H7}{f7})$</p> <p>5-8</p> <p>$D_3 = D_2 + 1$</p> <p>$D_4 = D + 4$</p>	几个侧面型芯，用多线螺杆抽芯。螺纹线数一般为2-3线
 <p>侧型芯</p> <p>卸模板</p> <p>斜楔 α</p> <p>卸模杆</p> <p>垫板</p> <p>上模部分</p> <p>$\alpha_1 = \alpha + 2^\circ$</p> <p>$\alpha_2 = \alpha + 3^\circ$</p>	卸模架斜面顶出杆侧抽芯

(续)

手动抽芯机构

简图

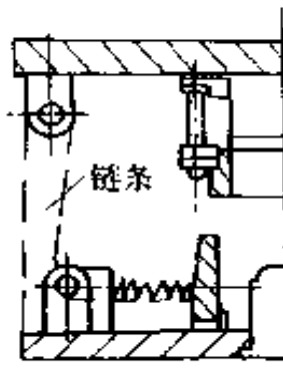


特点

利用偏心机构抽
芯

机动抽芯机构

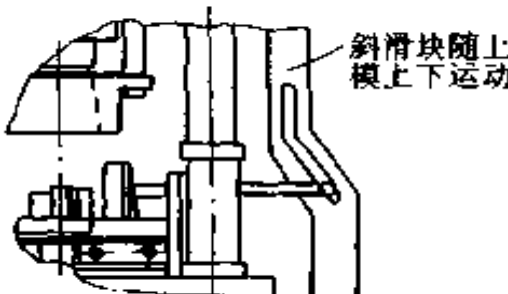
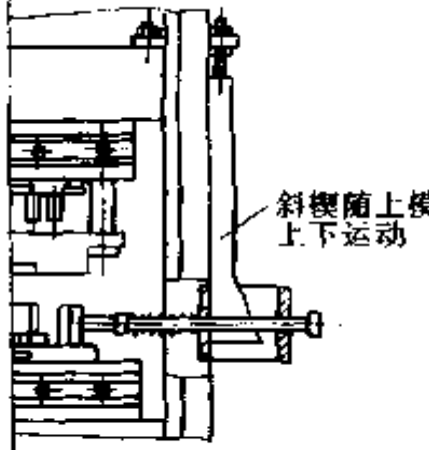
简图



特点

利用链轮、链条
水平自动分型

(续)

机 动 抽 芯 机 构	
简 图	特 点
 <p data-bbox="734 627 909 694">斜滑块随上模上下运动</p>	<p data-bbox="1101 672 1420 784">用斜滑槽机构使下模侧面分型</p>
 <p data-bbox="702 1276 877 1344">斜楔随上模上下运动</p>	<p data-bbox="1101 1276 1420 1433">用斜面、滚子机构，使下模侧面分型</p>

22. 压缩模采用的移动式通用模架结构有何特点?

答: 移动式通用模架结构形式如图 11-12 所示, 适用于上压式、下顶出压机。

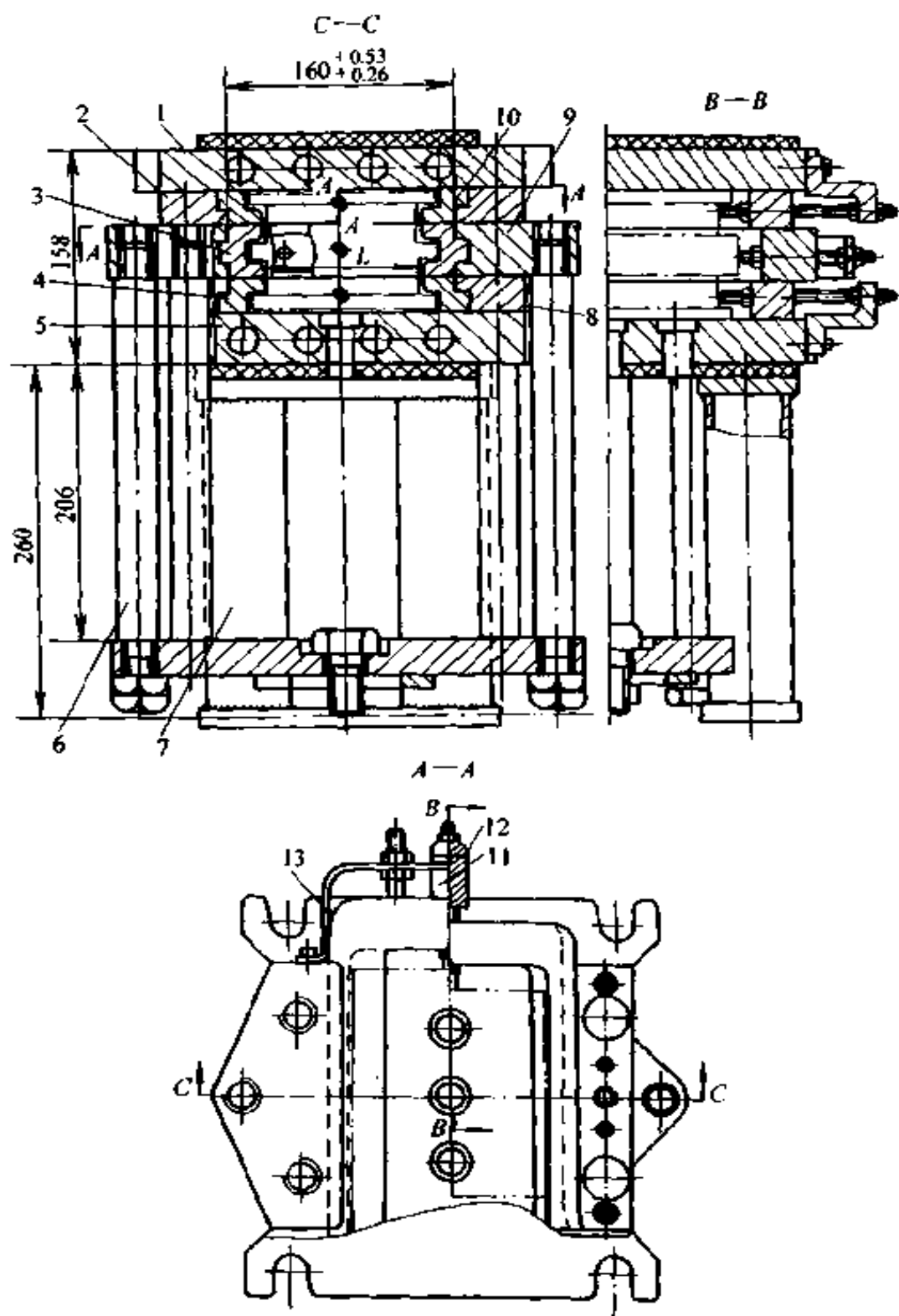


图 11-12 移动式通用模架

- 1—上电热板 2—上导轨 3—中叉板 4—下叉板 5—下电热板
 6—导柱 7—垫块 8—下导轨 9—中导轨 10—上叉板
 11—下挡板 12—上挡板 13—中挡板

23. 压缩模固定式模具的通用模架结构有何特点?

答: 固定式模具的通用模架如图 11-13 所示。工作时,

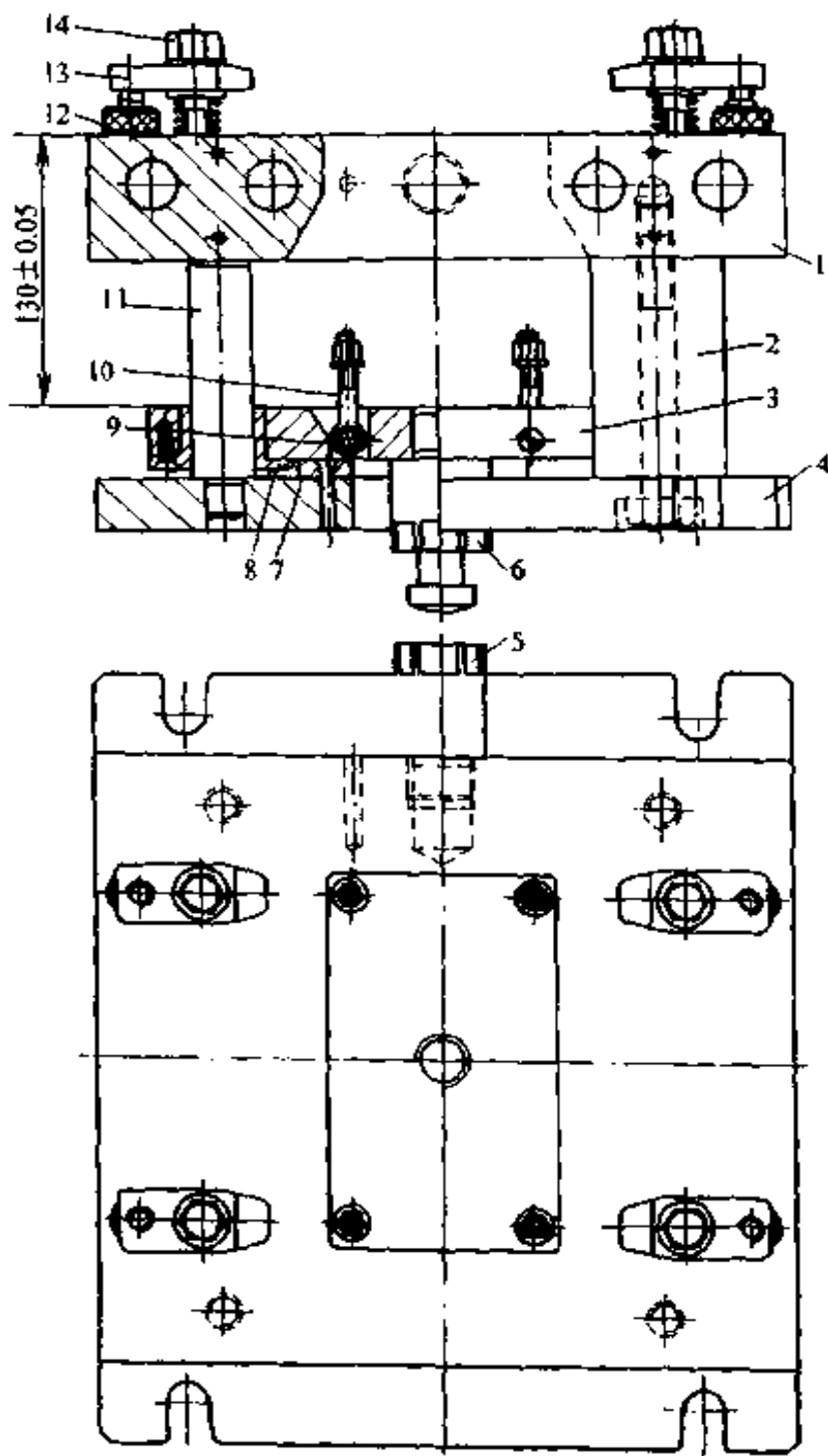


图 11-13 固定式模具通用模架

- 1—电热板
- 2—支撑板
- 3—托板
- 4—底板
- 5—测温管
- 6—尾轴
- 7—垫板
- 8—导套 9—轴
- 10—固定推板螺钉
- 11—导柱
- 12—调节承压螺钉
- 13—压板
- 14—压板螺钉

上模固定在压机动槌上，下模固定在模架上，推出机构与模架托板相连，由压机的顶出缸驱动，完成推出动作。

24. 活动镶块式压缩模结构有何特点？

答：活动镶块式压缩模结构如图 11-14 所示。

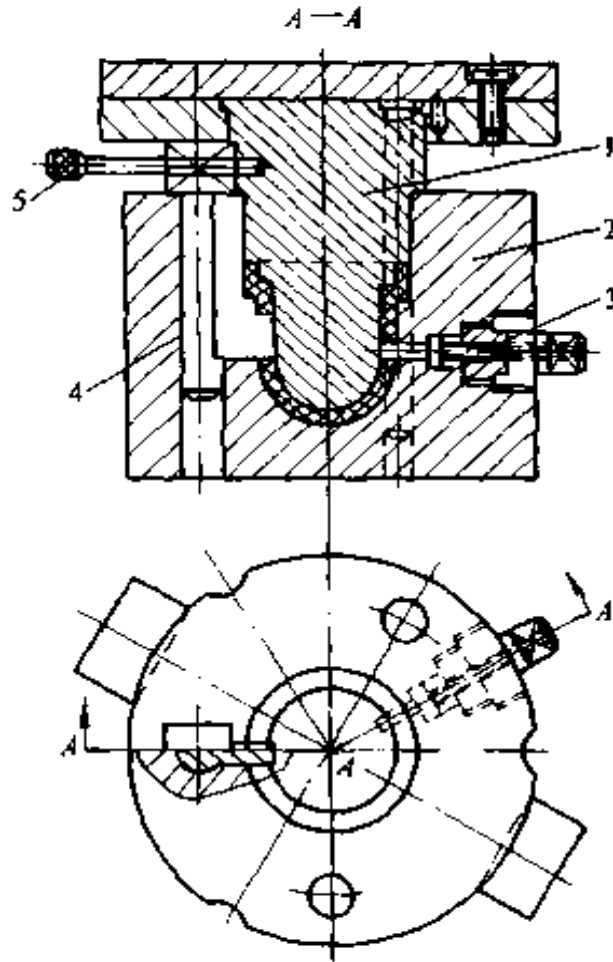


图 11-14 活动镶块式压缩模

1—凸模 2—凹模

3—侧面小型芯 4—活动镶块 5—圆销

25. 弯销侧面抽芯压缩模结构有何特点？

答：弯销侧面抽芯压缩模结构如图 11-15 所示。

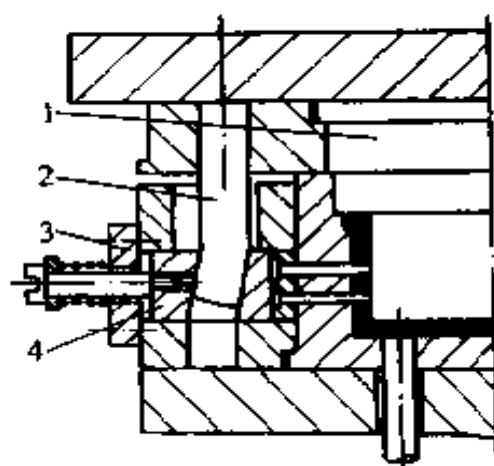


图 11-15 弯销侧面抽芯压缩模

1—凸模 2—弯销 3—挡板 4—滑块型芯

26. 什么叫传递模?

答:传递模又称压注模(旧称压铸模、挤胶模),是成型热固性塑料的另一类模具。它的特点是设有单独的加料腔,在加料和成型前模具已先闭合,加料腔内的塑料经预热成粘流态,在压力作用下流经浇注系统,以高速进入已闭合的型腔,塑料在型腔内继续受热受压而固化成型,随后再开模取出塑件。

传递模有使用普通压力机的移动式传递模和固定式传递模、使用专用压力机的固定式传递模。

27. 传递模加料腔与柱塞的配合要求有哪些?

答:加料腔与柱塞的配合要求如图 11-16 所示。

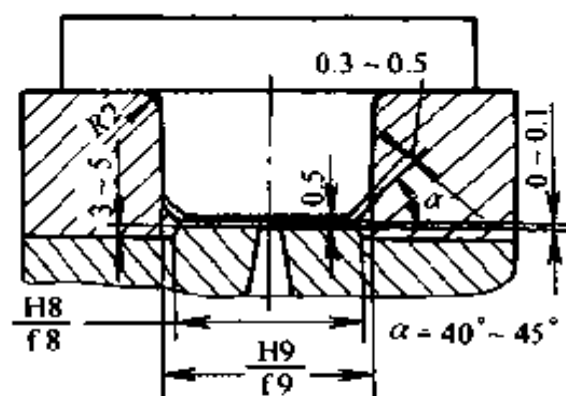
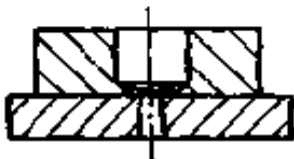

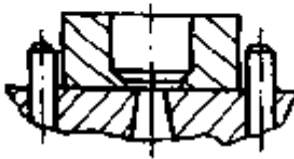
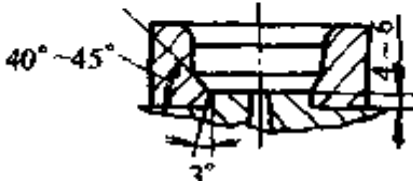


图 11-16 加料腔与柱塞的配合要求

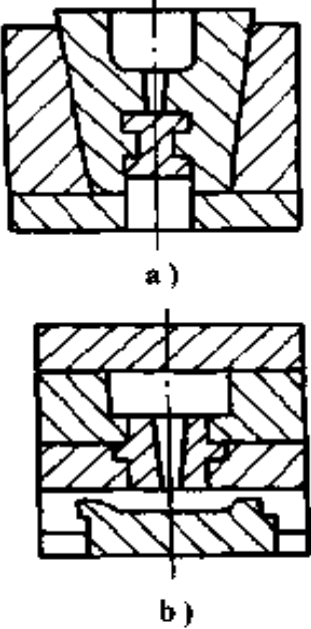
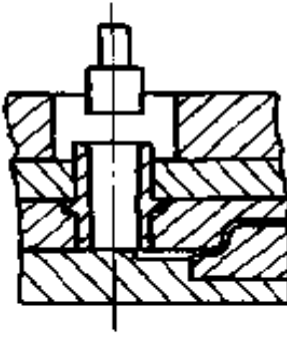
28. 传递模加料腔的结构及定位方式有哪些?

答: 加料腔通常设计成圆形结构, 以便于加工。常见加料腔结构形式、定位方式及其应用见表 11-13。

表 11-13 加料腔的结构形式及定位方式

形 式	结构简图	说 明
移动式 加料室		<p>无定位结构, 只适用于上模板上表面设有孔穴的情况, 宜作为通用外加料腔</p>
		<p>采用导销定位, 可防止压注时塑料流入上模板表面的孔穴中, 为移动式模具常用结构</p>
		<p>外定位结构。图示结构形式为按加料腔外形用三个定位销定位, 加料腔加工方便强度好</p>
		<p>内型定位结构, 该结构具有定位及在加压时防止加料腔升起的作用, 为常用结构</p>

(续)

形式	结构简图	说明
固定式加料室	 <p style="text-align: center;">a) b)</p>	<p>图 a 结构形式用于垂直分型面模具；图 b 结构形式用于固定式模具</p>
		<p>为专用液压机、固定式模具采用的加料室</p>
技术条件	<ol style="list-style-type: none"> 1. 材料：T10A、CrWMn、9Mn2V 等 2. 热处理：40~45HRC 3. 表面粗糙度：内型 $R_a 0.4 \sim 0.2 \mu\text{m}$，配合面 $R_a 0.8 \mu\text{m}$，其余 $R_a 6.3 \sim 3.2 \mu\text{m}$ 4. 镀铬：内型镀铬层 $0.015 \sim 0.02 \text{mm}$，并抛光到 $R_a 0.2 \mu\text{m}$ 以上 	

29. 传递模常用柱塞结构有哪些？

答：柱塞的作用是对加料腔内的塑料加压经浇注系统迅

速挤入型腔。常见的结构形式见表 11-14。

表 11-14 柱塞结构及作用

简 图	说 明
<p>a) b)</p>	<p>专用压力机用柱塞。图 b 在柱塞上开设环形沟槽、改善废料清理，端部做成球面能使料流集中，减少向侧面溢料</p>
<p>a) b)</p>	<p>常用于移动式模具，有突缘的结构，承压面积大，压注时较平稳，操作时便于观察</p>

(续)

简 图	说 明
	<p>在柱塞端面开设沟槽，用以在开模时拉出主流道内的凝料</p>

注：材料：T10A、Cr12、CrWMn、T8

热处理：40~45HRC。

表面粗糙度：与加料腔配合部分 $R_a 0.2 \sim 0.1 \mu\text{m}$ ，非配合面 $R_a 6.3 \sim 3.2 \mu\text{m}$

镀铬：镀层 $0.015 \sim 0.02 \text{mm}$ ，抛光。

30. 传递模常见主流道形式有哪些？

答：主流道主要形式如图 11-17 所示，图 a 为正圆锥形，图 b 为分流锥形式，图 c 为倒圆锥形。倒圆锥形主流道的小端可直接与塑件相连，开模时流道内凝料与塑件连接处被拉断，柱塞最好采用端面有楔形槽的形式。

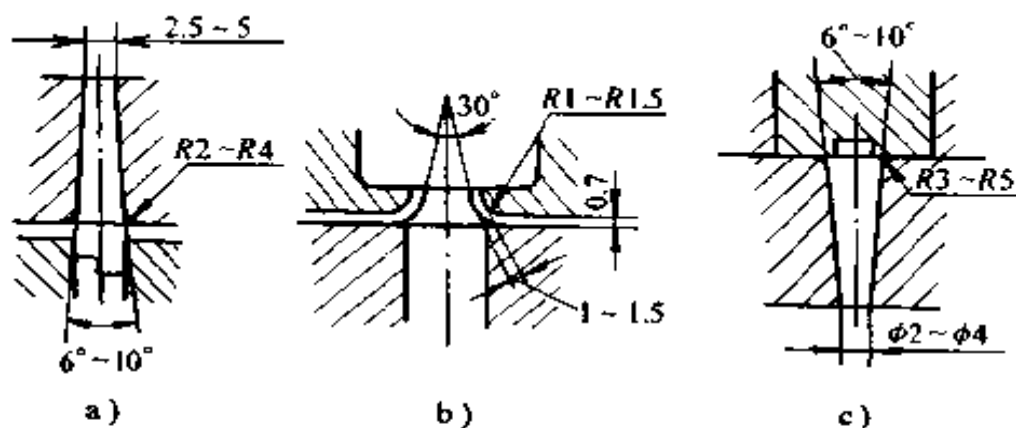


图 11-17 主流道的形式

31. 分流道的布置形式有哪些？其截面尺寸如何确定？

答：设计分流道的注意事项如下：

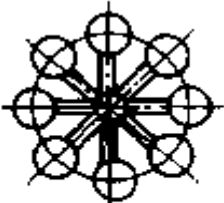
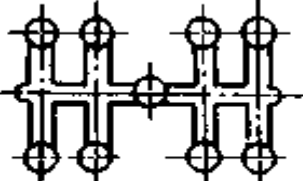
1) 要保证各型腔的合理布置，并使其具有足够的强度，浇口凝料去除方便，分流道的长度应尽量短，一般取主浇口大端直径的1~2.5倍。

2) 分流道应平直，转弯处应圆滑过渡，最好开在塑件所留的模板一方。

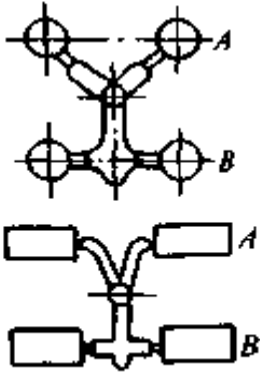
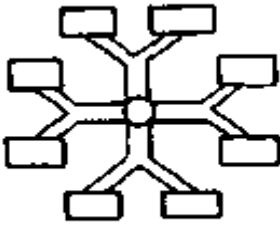
3) 多型腔时，各型腔分流道距离应一致，分流道的截面积应等于或大于各进料口截面积之和，通常取1.5倍。截面常取梯形，其槽宽为深度的1.5~2倍，槽深按塑件大小而定。

分流道布置形式见表11-15。

表 11-15 分流道布置形式

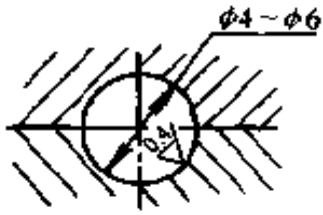
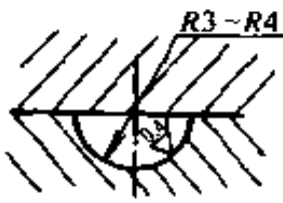
简 图	说 明
	<p>型腔沿圆周分布</p>
	<p>型腔分列排成两行，分流道从两行间通过，此种排列形式分流道距离不匀，不及上述布局</p>

(续)

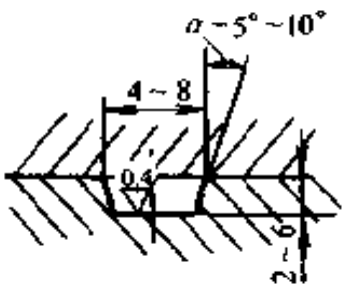
简 图	说 明
	<p>型腔沿四角分布时，分流道可采用如 A 及 B 的分布形式，但 B 形式的布局分浇道长，有拐角</p>
	<p>型腔分成几排互相平行排列，分流道从中心向各型腔引出，该布局适用于多型腔并保持各型腔分浇道距离均匀</p>

分流道截面形式及尺寸见表 11-16。

表 11-16 分流道截面形式及尺寸

截面形状	说 明
	<p>圆形、与其他形状比较，当等截面积时，周边较短，因此，塑料流动阻力小，但加工困难</p>
	<p>半圆形：等截面积时，周边比圆形大。但加工较容易，应用较多</p>

(续)

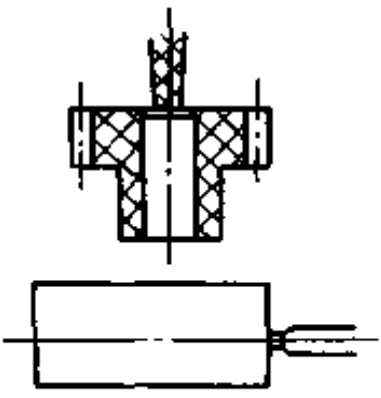
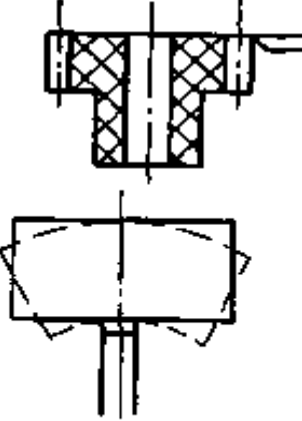
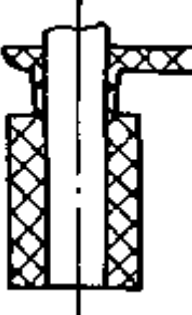
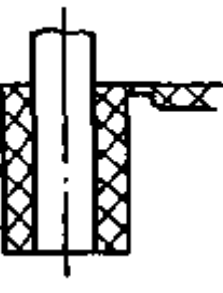
截面形状	说 明
	<p>梯形：等截面积时其周边为最长，流动阻力大，但对塑料的传热及加热作用大，并加工容易，是最常用的结构，槽深为小型塑件取2~4mm，较大塑件取4~6mm</p>

32. 传递模浇口布置形式有哪些？

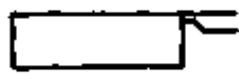



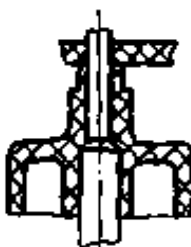
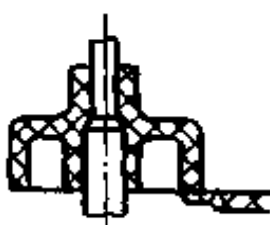




答：传递模浇口的开设直接影响塑件的质量，设计浇口应选择适当的位置。

浇口布置形式见表 11-17。

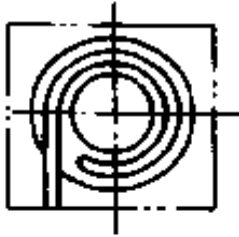
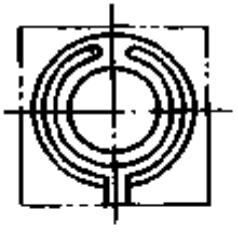
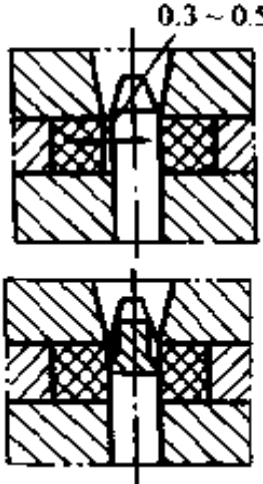
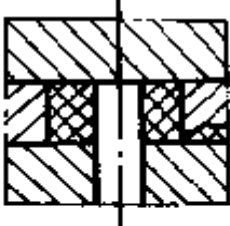
表 11-17 浇口布置形式

原 则	推荐采用	不宜采用
<p>不损坏塑件的配合表面及外观，一般不宜从塑件正面挤入塑料</p>		
<p>减少塑件变形</p>		

(续)

原 则	推荐采用	不宜采用
便于去除及修正浇口		
避免熔料直接冲击嵌件或型芯		
有利于填充型腔 (当塑件面积大于 30cm^2 时一般宜用多浇口)		
壁厚不均时应考虑收缩大小及排气情况	 <p data-bbox="782 1568 949 1601">补缩作用好</p>  <p data-bbox="813 1780 949 1814">排气性好</p>	 <p data-bbox="1149 1601 1340 1635">补缩作用不良</p>  <p data-bbox="1197 1792 1324 1825">排气不良</p>

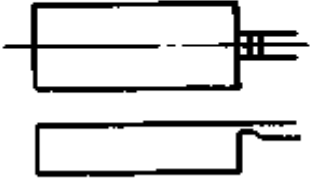
(续)

原 则	推荐采用	不宜采用
<p>提高熔接强度，薄壁而高的管状塑件以及类似的塑件更应注意，图中所推荐的形式还可以防止塑件直接冲击嵌件及型芯，塑料沿嵌件边流过并覆盖嵌件，防止嵌件移动及浮起</p>		
<p>利用塑件形状合理选择浇口</p>		

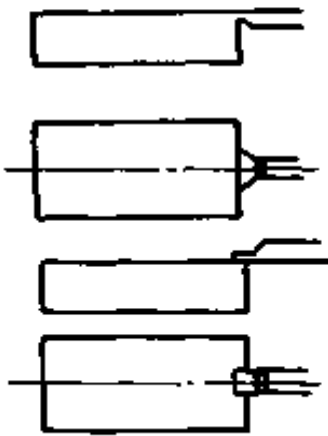
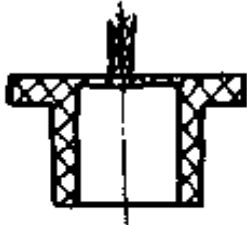
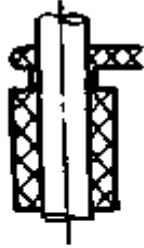
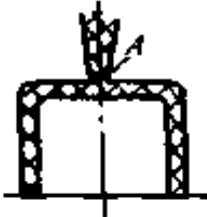
33. 常用浇口形式有哪些？

答：常用浇口形式见表 11-18，有直接浇口、侧向浇口、环状浇口、片状浇口，还有分流锥式浇口等，主要根据塑件形状而定。

表 11-18 常用浇口形式

简 图	说 明
	<p>侧向浇口应用广，浇口尺寸不大，便于修去，浇口与塑件连接的位置是由塑件表面质量及便于去除浇口凝料的要求而确定的</p>

(续)

简 图	说 明
	<p>扇形或扁平浇口，用于较大的塑件、平板形塑件或高度不大的塑件，它可以使塑料均匀的填充型腔，但去除浇口较麻烦</p>
	<p>片状浇口用于中心有孔的圆形塑件</p>
	<p>环状浇口用于型腔深而空心的筒形塑件，尤其对小孔的塑件更为有利，可防止型芯单向受力而产生变形和偏移，对防止熔接不良者则可采用</p>
	<p>直接浇口常用于垂直分型面场合，切断浇口时为防止损坏塑件，则浇口应断在 A 处</p>

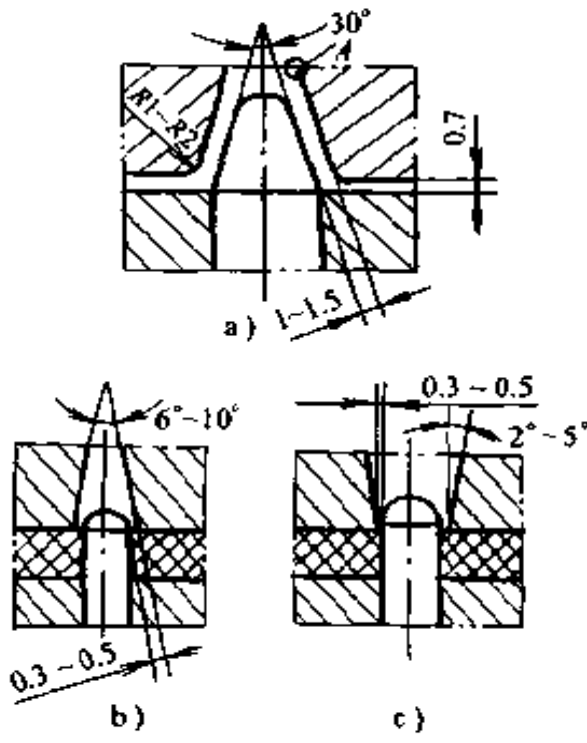
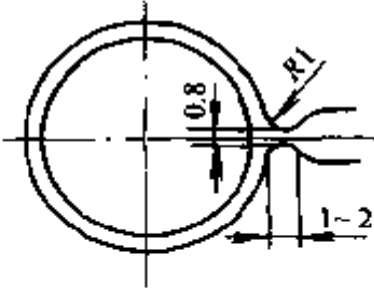
34. 传递模常用浇口尺寸如何确定？

答：常用浇口尺寸可参照表 11-19 选择确定。

表 11-19 常用浇口尺寸

浇口形式	说明
	<p>直接浇口：为常用形式，图 a、b、d 为倒锥形形式，一般用于垂直分型面，H 值不宜过大，否则会使压力损失剧增。图 d 浇口适用成型增强塑料。图 c 为正锥形直接浇口，在多型腔模中应用时其直径应小一些，A 处应尖锐，以便于去除余料。浇口与塑件表面间应有过渡部分，防止去除浇口时破坏塑件表面</p>
	<p>侧向浇口：为常用形式，最好布置在沿塑件圆周的切线方向进料，浇口 L 过长，使料流动阻力增大，压力损失大（常取 $1 \sim 2\text{mm}$），并应有倒角及圆弧连接，防止挤料时产生反压力，消耗功能，不利于熔料流动及填充，同时应防止去除凝料时损坏塑件，浇口形式一般采用梯形截面</p> <p>尺寸 a 一般为塑件壁厚的 $1/3 \sim 2/3$，小型塑件常取 $0.3 \sim 0.8\text{mm}$，大型为 $0.8 \sim 1.5\text{mm}$，增强塑料小型取 $0.6 \sim 2\text{mm}$，大型取 2mm 以上。对流动性差、外形较大，壁厚塑件则取大，值大则浇口封闭晚，保压补缩作用大，成形性好，对厚壁、形状复杂及流动性差的塑件有利，但内应力增大</p> <p>尺寸 b 与塑料填充量快、慢有关，一般为 $(5 \sim 15)a$，对木粉填料常取 $3 \sim 6\text{mm}$，对纤维填料 $4 \sim 10\text{mm}$，浇口太宽则去除凝料及修正不便</p> <p>α 角大小根据塑件长度而定，长则取大，短则取小，一般不宜小于 $30^\circ \sim 45^\circ$</p>

(续)

浇口形式	说 明
 <p>a) 1-1.5</p> <p>b) 0.3-0.5</p> <p>c) 0.3-0.5</p>	<p>分流锥形式浇口：图 b、c 结构为正锥形直接浇口，常用于大端孔径较大的情况，以便于去除浇口凝料，A 处应保持锐角以便于折断凝料（图 a）</p>
	<p>环形浇口：浇口最好沿切线方向分布，浇口截面形状有采用梯形或圆形、半圆形的。浇口不宜过宽，厚度对一般木粉填料塑料可取 0.8~1mm</p>

35. 传递模溢料槽与排气槽尺寸如何确定？

答：为防止产生塑件熔接缝或使多余料溢出而在适当位置开设溢料槽。一般溢料槽宽度取 3~4mm，深度为 0.1~0.2mm。

为排除型腔内的空气和因塑料聚合反应而产生的气体而开设排气槽。排气槽深度一般取 0.03~0.05mm，宽度取 3~5mm。位置最好开设在分型面上的料流方向末端，对排

气及清理飞边有利。单独开设的排气槽截面形状尺寸见表 11-20。

表 11-20 矩形、梯形排气槽截面尺寸

排气槽截面积/mm ²	(槽宽/mm) × (槽深/mm)	排气槽截面积/mm ²	(槽宽/mm) × (槽深/mm)
~0.2	5×0.04	>0.8~1.0	10×0.1
>0.2~0.4	5×0.08	>1.0~1.5	10×0.15
>0.4~0.6	6×0.1	>1.5~2.0	10×0.2
>0.6~0.8	8×0.1		

36. 移动式传递模的结构有何特点?

答: 图 11-18 所示为使用普通压力机的移动式传递模结构形式。

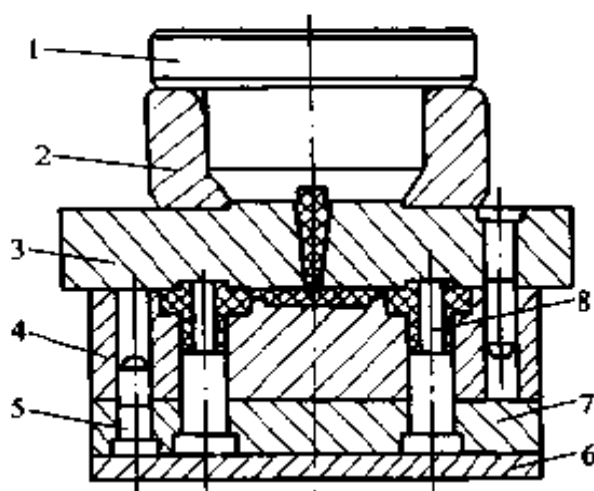


图 11-18 移动式传递模

1—柱塞 2—加料腔 3—上模座板 4—凹模 5—导柱
6—垫板 7—型芯固定板 8—型芯

37. 固定式传递模的结构有何特点?

答: 图 11-19 所示为使用普通压力机的固定式传递模结构形式。开模时, 柱塞 2 先与加料腔 3 脱离并带走主流道凝料, 然后由拉杆 12 使拉钩 14 脱钩并分型, 最后使加料腔 3 和上模座板 16 悬挂在定距杆 17 上。

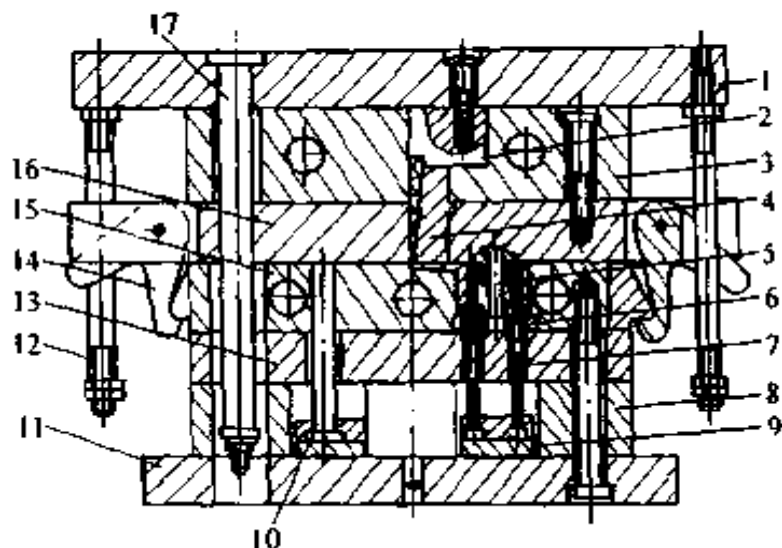


图 11-19 固定式传递模

1—上模板 2—柱塞 3—加料腔 4—浇口套 5—型芯 6—型腔镶件
7—推杆 8—垫块 9—推板 10—复位杆 11—下模座板 12—拉杆
13—支承板 14—拉钩 15—型腔固定板 16—上模座板 17—定距杆

38. 使用专用压力机的固定式传递模结构有何特点？

答：图 11-20 所示为使用专用压力机的固定式传递模结构形式。压力机有两个液压缸，一个起锁模作用，另一个用于柱塞对塑料加压。由于没有主流道的加热作用，因此最好采用经过预热的塑料进行传递成型。

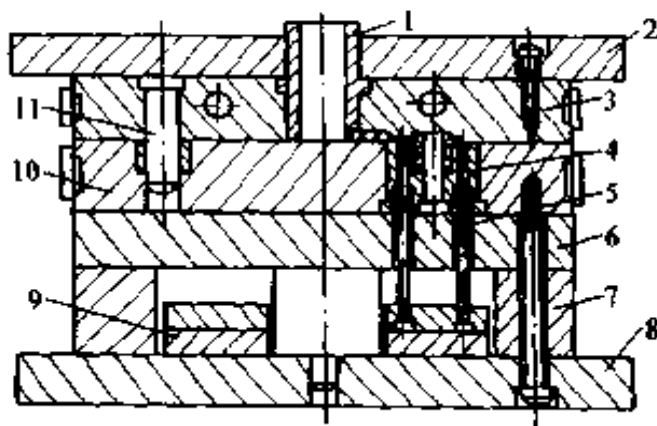


图 11-20 使用专用压力机的固定式传递模

1—加料腔 2—上模座板 3—上模板 4—型腔镶件 5—推杆 6—支承板
7—垫块 8—下模座板 9—推板 10—型腔固定板 11—导柱

39. 使用下压式压力机的固定式罐形传递模结构有何特点?

答: 使用下压式压力机的固定式罐形传递模结构如图 11-21 所示。

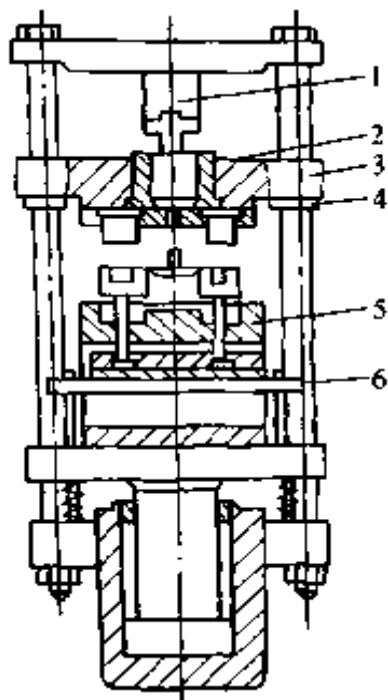


图 11-21 使用下压式压力机的固定式罐形传递模

- 1—柱塞 2—加料腔
3—浮动板 4—限位块
5—型腔 6—推板

40. 活板式传递模结构有何特点?

答: 活板式传递模结构如图 11-22 所示。

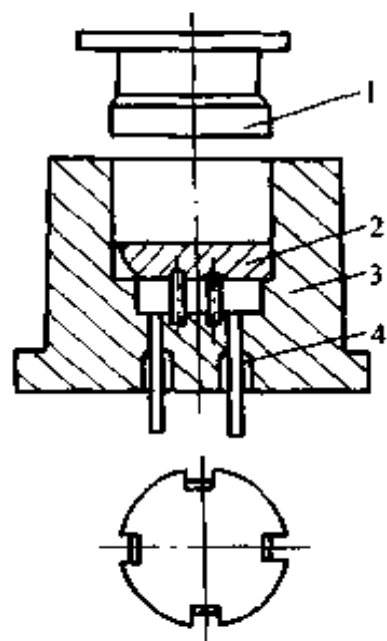


图 11-22 活板式传递模

- 1—凸模 2—活板
3—凹模 4—推杆

41. 带垂直分型面直接浇口的传递模结构有何特点?

答: 带垂直分型面直接浇口的传递模结构如图 11-23 所示。

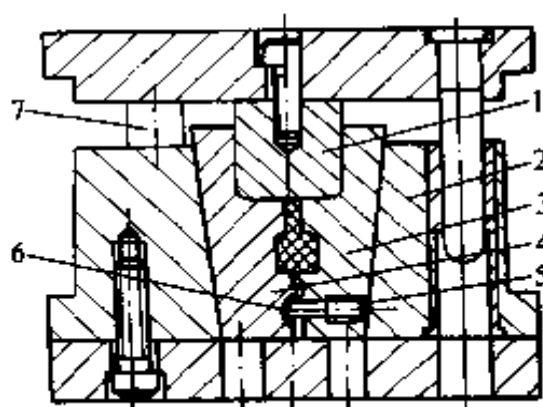


图 11-23 垂直分型面
直接浇口的传递模

1—柱塞 2—模套

3、4—凹模拼块

5—定位螺钉

6—嵌件

7—承压块

42. 带有两个水平分型面的传递模结构有何特点?

答: 带有两个水平分型面的传递模结构如图 11-24 所示。

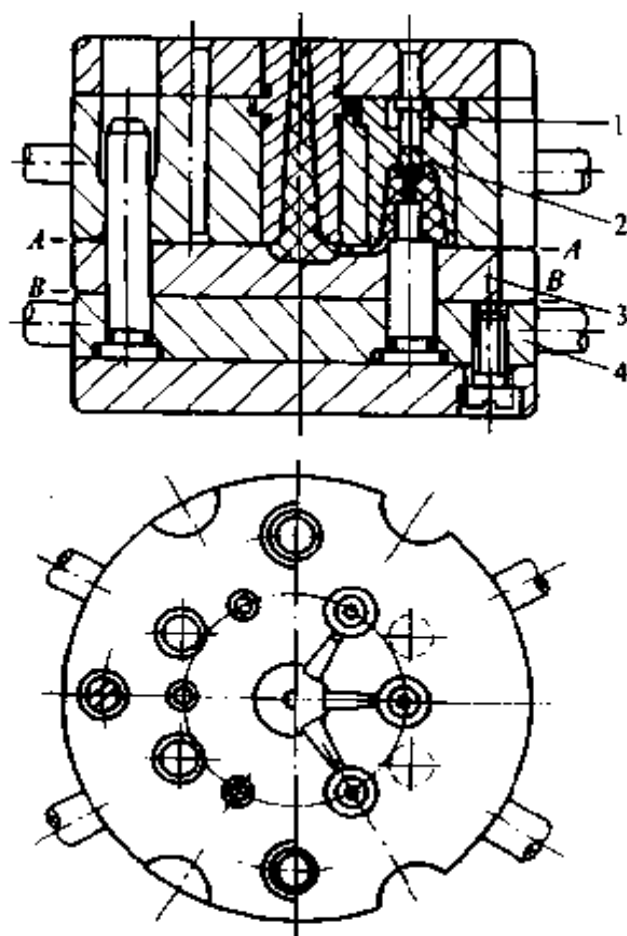


图 11-24 两个水平
分型面的传递模

1—型芯 2—镶件

3—推杆板

4—型芯固定板

43. 下顶出带脱模机构的传递模结构有何特点?

答: 下顶出带脱模机构的传递模结构如图 11-25 所示。

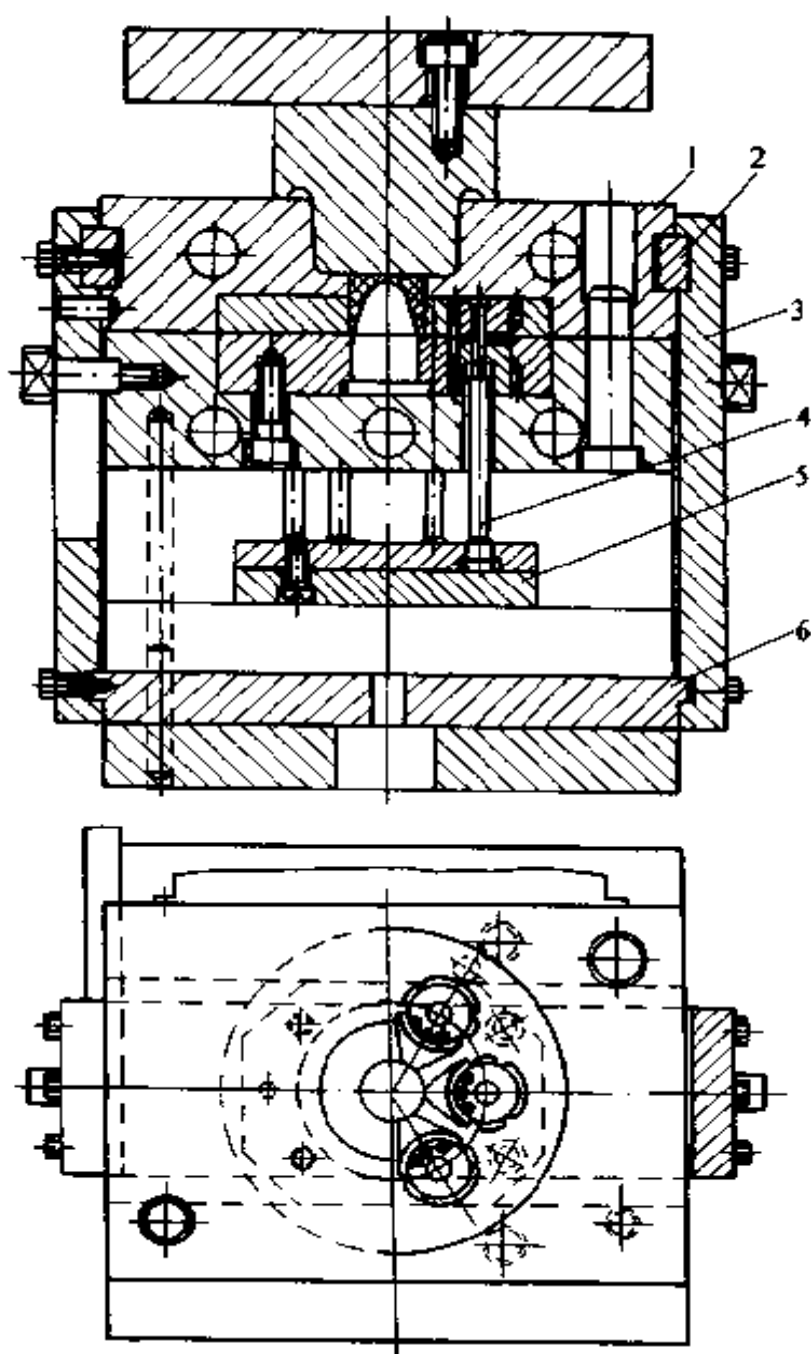


图 11-25 下顶出带脱模机构的传递模

1—上模 2—方键 3—连接板 4—顶杆 5—推板 6—底板

44. 带多种滑块侧抽芯的传递模结构有何特点?

答: 带有多种滑块侧抽芯的传递模结构如图 11-26 所示。

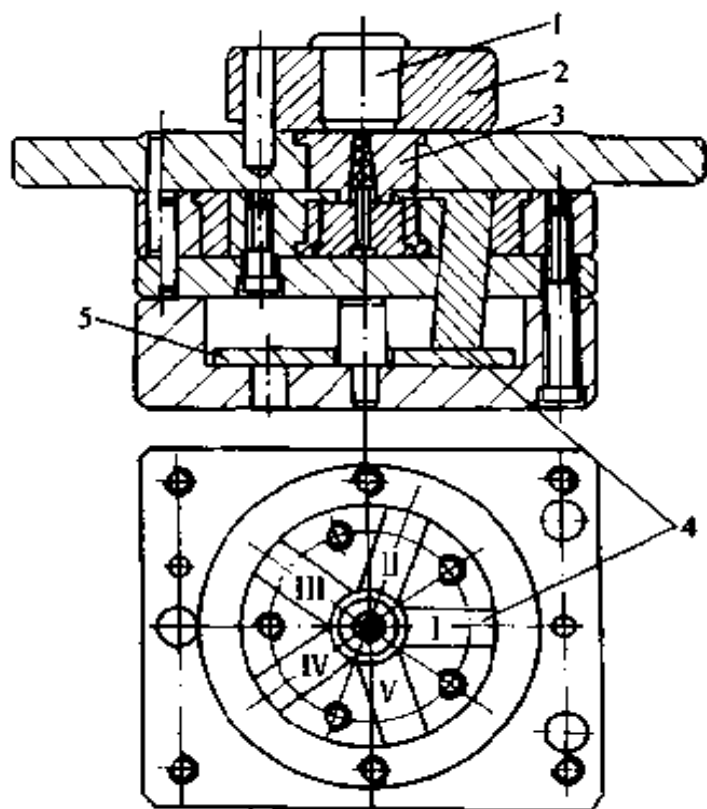


图 11-26 多种滑块
侧抽芯的
传递模

- 1—柱塞
- 2—加料腔
- 3—浇口套
- 4—斜滑块
- 5—推板

45. 手动侧抽芯的传递模结构有何特点?

答: 手动侧抽芯的传递模结构如图 11-27 所示。

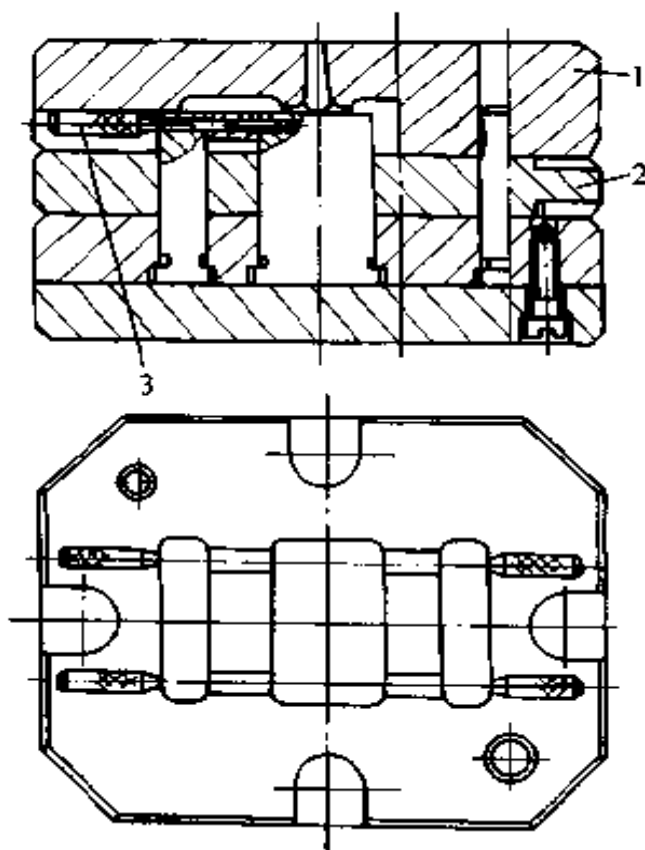


图 11-27 手动侧
抽芯的传递模

- 1—型腔 (上模)
- 2—推件板
- 3—侧型芯

46. 斜导柱侧抽芯机外装卸的传递模结构有何特点?

答: 斜导柱侧抽芯机外装卸的传递模结构如图 11-29 所示。

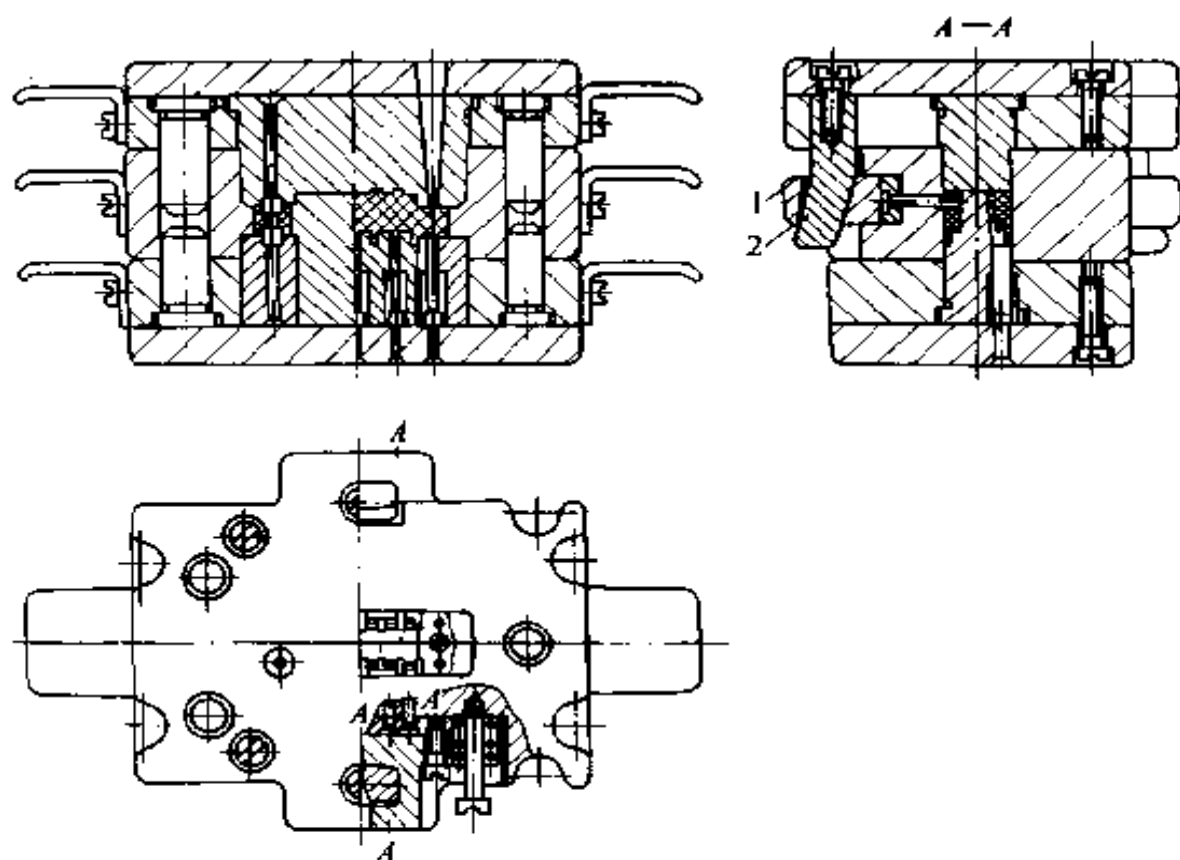


图 11-28 斜导柱侧抽芯机外装卸传递模

1—侧型芯组 2—斜导柱

47. 移动式封装传递模结构有何特点?

答: 移动式封装传递模结构如图 11-29 所示。

48. 塑料注射模分哪几类?

答: 注射模分类方式较多, 各分类方法及类型如下:

(1) 按注射机形式分类 有卧式注射机用、立式注射机用、直角式注射机用及组合式注射机用注射模等。

(2) 按分型面分类 有垂直分型面、侧向分型面及抽芯、多分型面、自动卸螺纹、定模顶出注射模等。

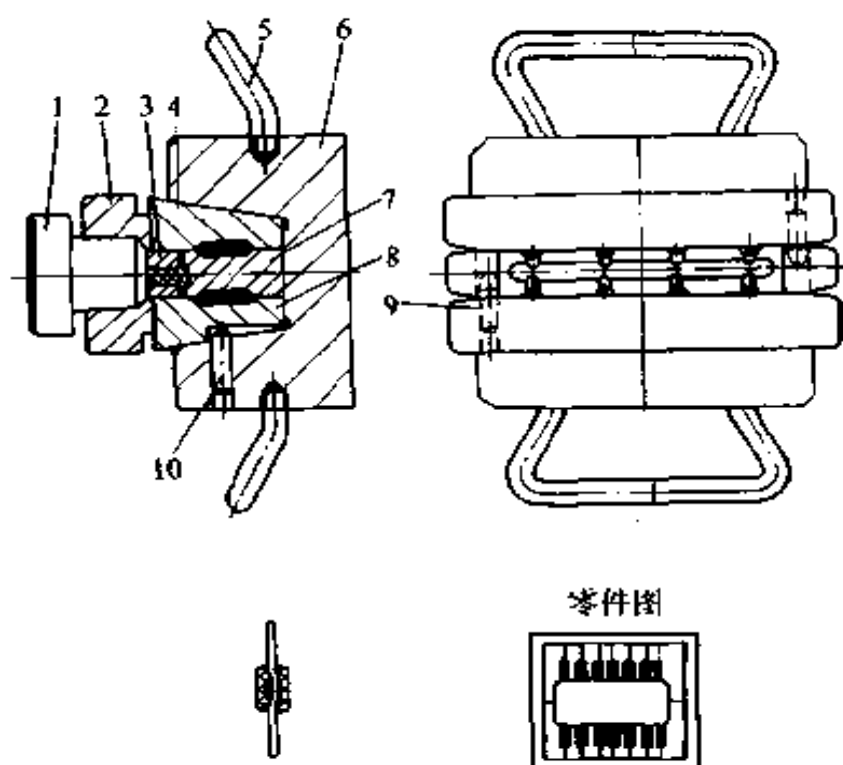


图 11-29 移动式封装传递模

1—柱塞 2—加料腔 3—浇口套 4、8—拼块 5—手柄
6—模套 7—型芯 9、10—导柱

(3) 按浇注系统分类 有废料（冷流道）和无废料（热流道）注射模。无废料注射模又包括：绝热流道模和热流道模。

(4) 按塑料性质分类 有热塑性注射模和热固性注射模。

49. 注射模由哪几部分组成？

答：根据各零件和部件的功能和所在的部位不同，基本上可分为两大类：成型零件类和结构零件类。

(1) 成型零件 是指直接与塑料接触，以成型塑件的尺寸、形状，并保证表面质量和有关精度的零件。

成型零件包括：型腔（凹模），型芯，如果采用组合形

式，镶嵌的成型零件有拼块、镶件、侧型芯（包括组合型芯）等。

(2) 结构零件 包括工艺零件和支承、定位、安装、紧固零件等。此外，还有抽芯零件、推出和限位零件、温控系统零件、导向机构零件等。

50. 热塑性塑料注射模设计步骤及要求有哪些？

答：设计步骤是根据塑件图样提供的形状、尺寸、材料、技术要求以及对模具型腔数的要求，计算塑件质量和一次注射所需注射总量、塑件分布在模具上的总投影面积和所需锁模力，并初步估计模具的外形尺寸。然后选择注射机规格，使机床的额定注射量、额定锁模力、安装尺寸、开模距离等符合要求。注射机确定后，即可得到与模具设计有关的参数，如定位圈直径、喷嘴直径、喷嘴球面半径、顶出杆参数等。

在确定模具具体结构时，应考虑能获得塑件所需形状、尺寸精度和表面质量的要求，并尽可能减少塑件的二次加工，还要考虑成型效率高、使用可靠，并且要保证生产量的耐用性和制造成本。

51. 热塑性塑料注射机额定注射量和额定锁模力如何计算？

答：额定注射量和额定锁模力是选择注射机的主要依据。

1) 额定注射量 c (g) 用式 (11-4) 核算

$$c \geq 1.25m \quad (11-4)$$

式中 m ——成型塑件及浇注系统所需塑料的质量 (g)。

2) 额定锁模力 F_s (N) 的核算是为了保证合模可靠，防止注射时塑料从分型面间溢出。可用式 (11-5) 核算

$$F_s \geq p_c A \quad (11-5)$$

式中 p_c ——腔内压力，一般取 40~50MPa；

A ——塑件和浇注系统的总投影面积 (mm^2)。

52. 模具厚度与注射机有怎样的对应关系？

答：模具厚度与注射机的关系如图 11-30 所示。其对应关系可用下式核算

$$H_{\min} \leq H \leq H_{\max} \quad (11-6)$$

$$H_{\max} - H_{\min} = l \quad (11-7)$$

式中 H_{\min} ——注射机最小开距 (mm)；

H ——模具厚度 (mm)；

H_{\max} ——注射机最大开距 (mm)；

l ——注射机螺杆可调长度 (mm)。

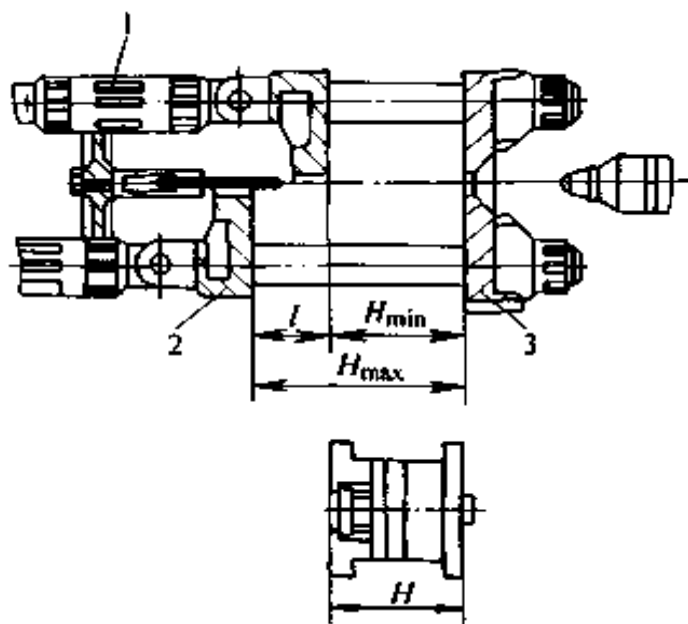


图 11-30 注射机的开距

1—调节螺母 2—移动工作台 3—固定工作台

53. 开模行程与模具关系如何核算？

答：开模行程与模具关系如图 11-31a 所示。其关系可用式 (11-8) 核算

$$S \geq H_1 + H_2 + (5 \sim 10) \quad (11-8)$$

式中 S ——开模行程 (mm);

H_1 ——脱模距离 (mm);

H_2 ——塑件高度 (mm)。

开模行程与点浇口模具的关系见图 11-31b 所示。可用式 (11-9) 核算

$$S \geq H_1 + H_2 + a + (5 \sim 10) \quad (11-9)$$

式中 S ——开模行程 (mm);

H_1 ——脱模距离 (mm);

H_2 ——塑件高度 (mm);

a ——取出浇口凝料需要的分型距离 (mm)。

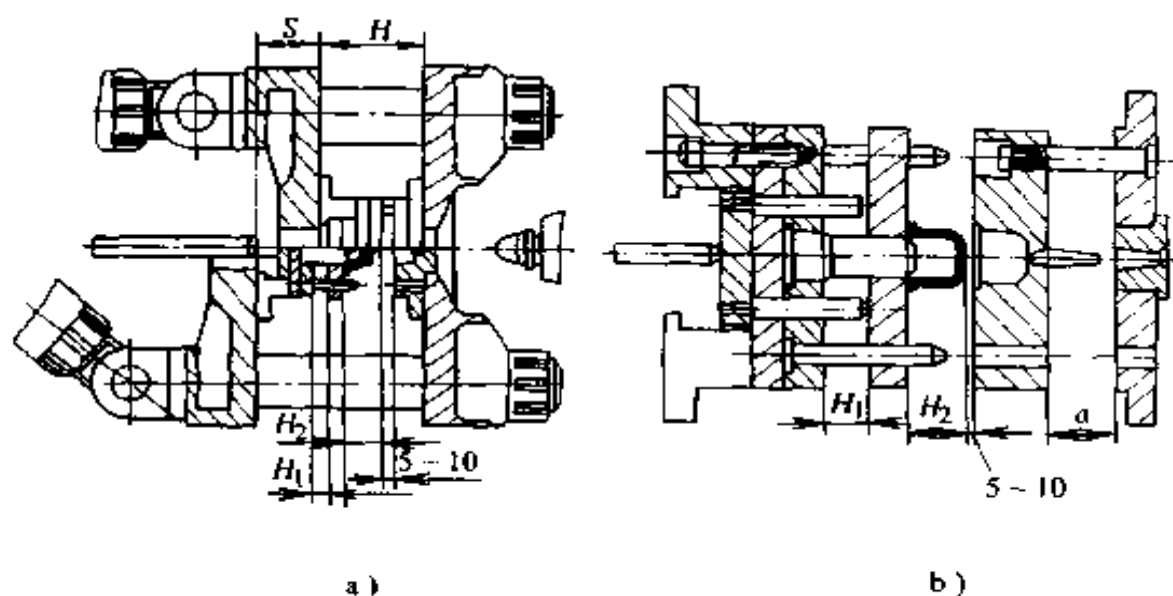


图 11-31 开模行程与模具的关系

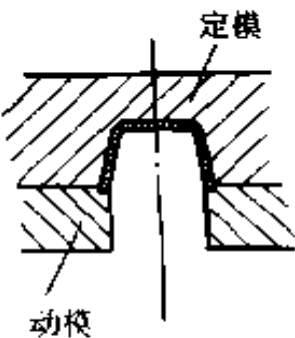
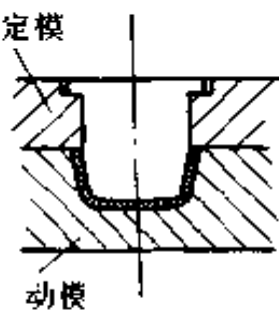
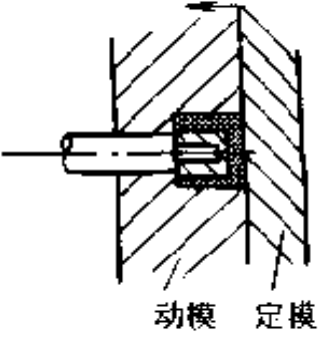
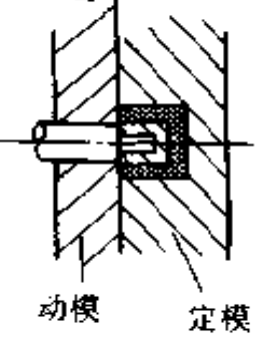
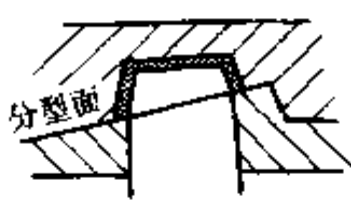
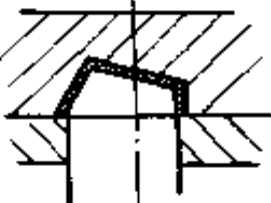
54. 热塑性塑件分型面选择确定注意事项有哪些? 举例说明。

答: 根据塑件形状, 塑件分型面有平面、斜面、曲面和台阶形等。塑件分型面决定了模具的基本结构和飞边产生的位置。选择确定分型面应注意以下事项:

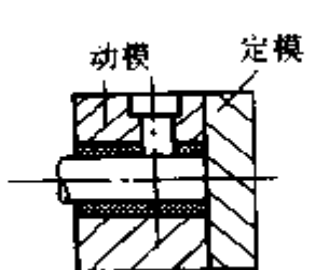
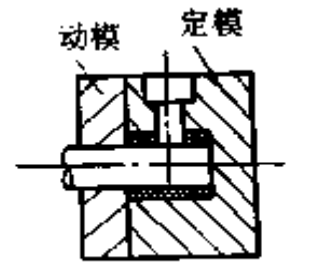
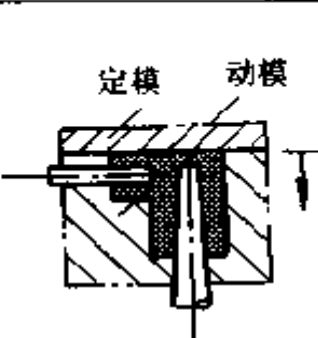
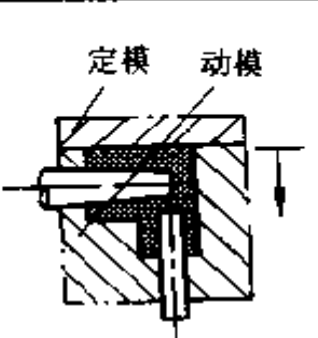
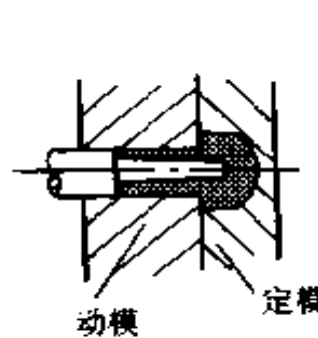
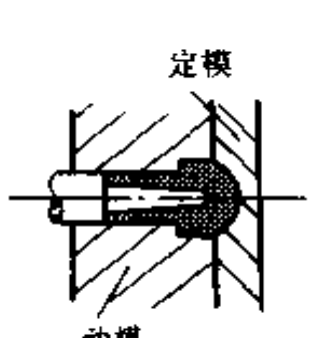
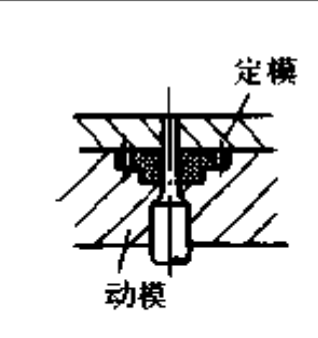
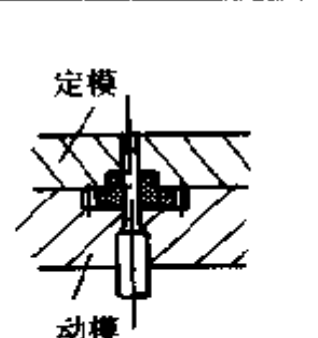
- 1) 设在塑件上不醒目的位置、不致影响塑件外观。
- 2) 有利于脱模和抽芯。
- 3) 有利于排气。
- 4) 要考虑进料口的位置和形状。
- 5) 成型操作方便、效率高。
- 6) 模具加工制造容易。

分型面选择实例见表 11-21。

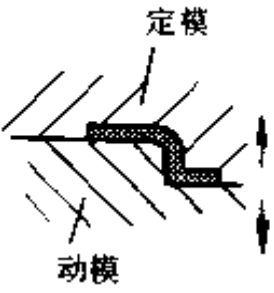
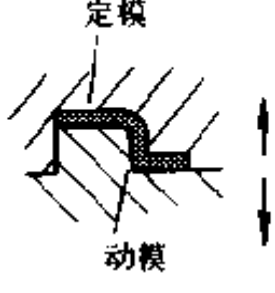
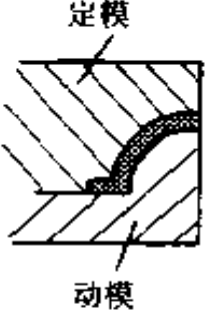
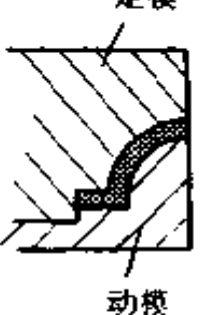


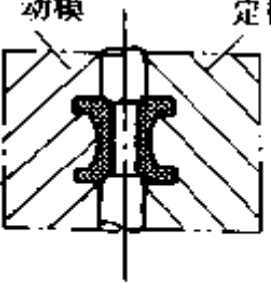
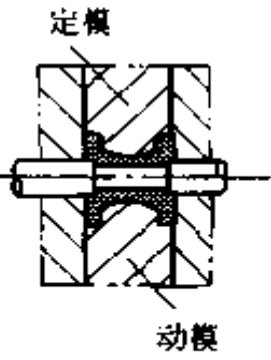
表 11-21 合理选择分型面举例

选择原因	简 图		说 明
	合 理	不 合 理	
有利于脱模			分型面应使塑件在开模时留在有脱模机构的一边，通常是在动模一侧
			当塑件内有嵌件时，由于嵌件极少收缩会造成塑件的这一位置粘附在型腔内，因此型腔应做在动模部分
便于模具加工			考虑斜分型面比平直分型面的型腔内表面加工容易

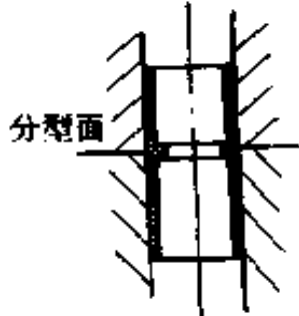
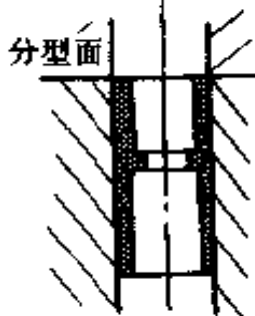
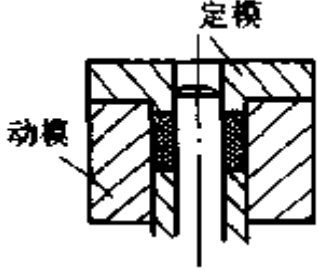
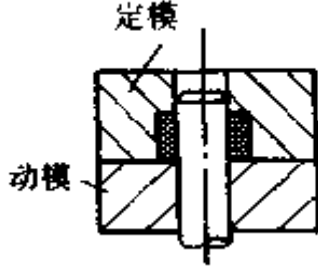
(续)

选择原因	简 图		说 明
	合 理	不 合 理	
有利于抽芯			当塑件有侧抽芯时，抽芯应尽可能放在动模一侧，避免定模抽芯
			避免长的侧抽芯
保证塑件质量			在塑件圆弧部分分型，会影响塑件表面质量
			对有同轴度要求的塑件外形尽可能将型腔设计在同一个型面上

(续)

选择原因	简 图		说 明
	合 理	不 合 理	
有利于排气			一般分型面尽可能设在塑料流动方向的末端, 以利排气
			
有利成型防止溢料			当塑件在分型面上投影面积大时, 会造成锁模困难, 产生严重溢料
			塑件成型时如斜滑块受力过大易产生飞边, 故采用左图所示分型结构锁模容易

(续)

选择原因	简 图		说 明
	合 理	不 合 理	
塑件高, 脱模斜度小			对脱模斜度小的塑件宜取中间分型, 因为型腔设在两面, 所以会产生飞边, 但便于脱模
防止溢料, 飞边过大			对流动性好易溢料的塑料, 成型时采用左图结构可防止溢料过多飞边过大

55. 浇注系统由哪几部分组成? 确定浇注系统的注意事项有哪些?

答: 浇注系统如图 11-32 所示, 由主流道 1、分流道 2、浇口 3 组成。冷料穴 5 为容纳喷嘴最先射出的冷料用。

确定浇注系统的注意事项如下:

1) 浇口位置有残留切断痕迹, 因此浇口要设在不影响

塑件外观质量的地方。

2) 浇注系统应适应塑料的成型特性, 以保证成型周期和塑件质量。

3) 应根据型腔数的多少和布局确定。

4) 应根据成型塑件的形状和尺寸确定。

5) 要考虑注射机的安装尺寸, 防止单边安装。

6) 要考虑节约材料, 尽量缩短流程。

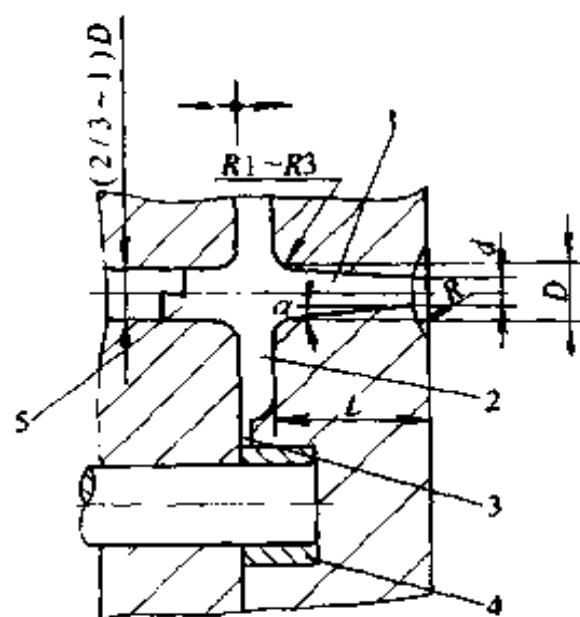


图11-32 浇注系统组成
1—主流道 2—分流道 3—浇口
4—塑件 5—冷料穴

56. 热塑性塑料注射模主流道尺寸如何确定?

答: 主流道尺寸参照图 11-32 按以下原则选择确定:

1) $d = \text{注射机喷嘴孔直径} + (0.5 \sim 1) \text{ mm}$ 。

2) $\alpha = 2^\circ \sim 4^\circ$ (对流动性差的塑料也可取 $3^\circ \sim 6^\circ$)。

3) $R = \text{注射机喷嘴球面半径} + (2 \sim 3) \text{ mm}$ 。

4) L 应尽量短。 L 值大, 塑料降温过多, 损耗大, 一般不超过 60mm。

57. 注射模分流道截面形状有几种? 各有何特点?

答: 注射模分流道截面形状与传递模大致相同, 可见表 11-15。其中圆形和梯形比较好, 最常用的是梯形。

圆形分流道直径 d 一般取 5~10mm。当小于 5mm 时则料温降低而易于产生压力降, 但对于小件也可使用 3~4mm。 d 过大则塑料与模具的接触面大而引起温度调节问题、材料损耗大、成型周期延长。

梯形分流道便于制造, 可设在分型面的任意一面。与圆

形相比，在相同截面积的情况下，塑料与模具的接触周边长是个缺点。浇道宽 b 取 $(2/3 \sim 1) D$ (D 为主流道大端直径)，深度 H ，对于中小型塑件取 $2.5 \sim 5\text{mm}$ ，大型塑件取 $5 \sim 8\text{mm}$ ， α 取 $5^\circ \sim 10^\circ$ 。

半圆形和矩形分流道因缺点多，不推荐使用。

58. 注射模常用浇口形式有哪些？

答：注射模常用浇口形式分两大类：

1) 非限制浇口（又称直接浇口），主流道直接与型腔连通，无分流道。

2) 限制浇口，分流道与塑件间设一小段横截面很小的进口。

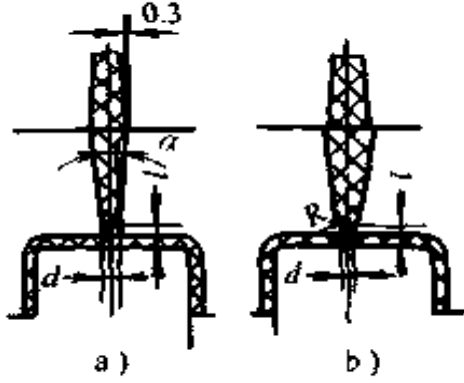
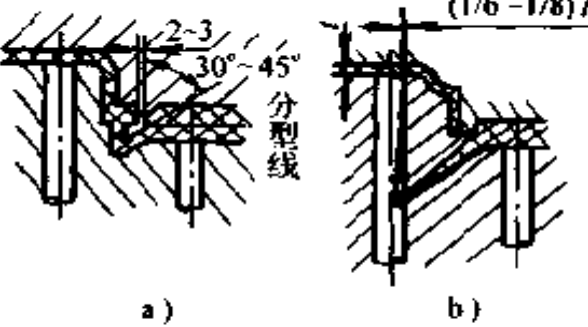
熔融塑料通过狭窄的浇口时，流速增大，料温也随摩擦而增高，有利于填充。冷却时，浇口部分首先固化而封闭，型腔内的塑料即可在无应力状态下自由收缩固化成型，因而塑件残余应力小。

浇口的形式很多，除侧浇口、点浇口外还有扇形浇口、环形浇口、盘形浇口等，常用的浇口形式见表 11-22。

表 11-22 常用浇口形式

浇口形式	简 图	说 明
侧浇口		适用于成型各种形状塑件，一模多腔为常用形式 $H = (0.7 \sim 1) t$ (薄壁塑件) 或 $H = (1/3 \sim 2/3) t$ (一般塑件) $L = 0.7 \sim 2\text{mm}$ $c = (5 \sim 10) H$ (中、小型塑件) 或 $c > 10H$ (大型塑件)

(续)

浇口形式	简 图	说 明
点浇口		<p>为常用形式。适用于各种塑料的壳、盒类塑件，单型腔和多型腔</p> <p>型式 a $l = 1 \sim 2\text{mm}$; $\alpha = 6^\circ \sim 15^\circ$ $d = 0.5 \sim 1.5\text{mm}$</p> <p>型式 b $l = 1 \sim 2\text{mm}$; $R = 1.5 \sim 3\text{mm}$ $d = 0.5 \sim 1.5\text{mm}$</p> <p>为防止去除浇口损坏塑件表面，在浇口与塑料连接处设 C (0.5~1) 倒角</p>
潜伏浇口		<p>是将浇口位置设在塑件外侧面 (图 a) 或内侧面 (图 b) 的一种点浇口的特殊形式</p> <p>在塑件脱模时，浇口能自动切断</p> <p>浇口直径取 2~2.5mm</p>

59. 注射模浇注系统型腔配置形式有哪些?

答：浇注系统型腔的配置形式如图11-33所示，有直线形、H形和圆形等，还可组合、演变成其他形式，如图11-34所示。

直线形配置流道长度最短，四个型腔以H形和圆形配置的热平衡较均匀，塑料的流动平衡性也较好。四腔以上的

H形演变形式，塑料的流动平衡性虽好，但热平衡不佳（见图11-33a），在精密成型中应用较少。如型腔数目相同，直线形配置，模板尺寸可最小。

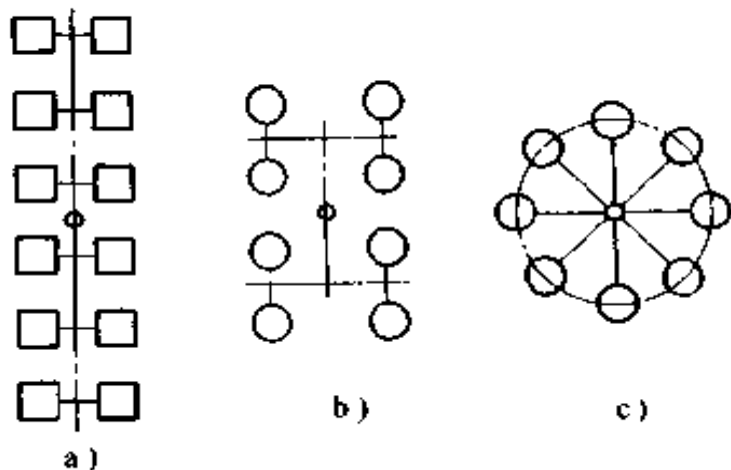


图 11-33 型腔配置 (一)

精密成型的型腔

采用圆形配置最理想，a) 直线形配置 b) H形配置 c) 圆形配置
对于圆形的塑件最适合，矩形塑件大多采用H形配置。

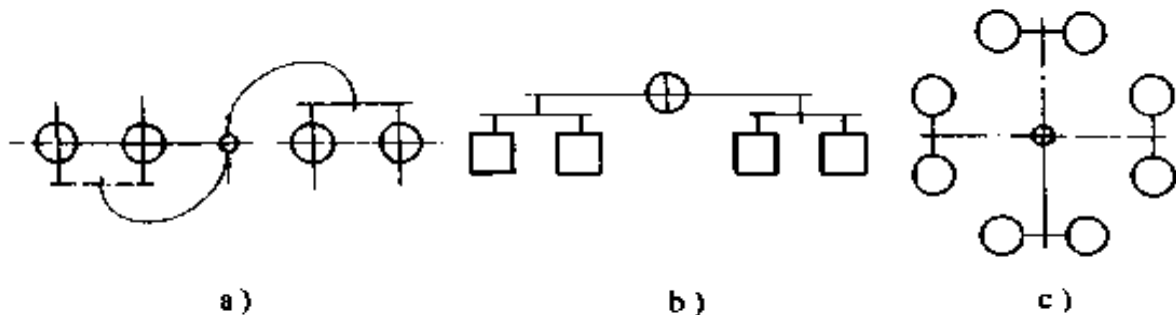


图 11-34 型腔配置 (二)

60. 注射模浇口位置的确定要考虑哪些方面的因素？

答：浇口位置的合理与否对塑件质量有直接影响，确定位置时应考虑如下因素：

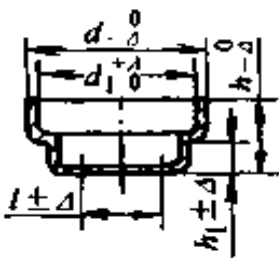
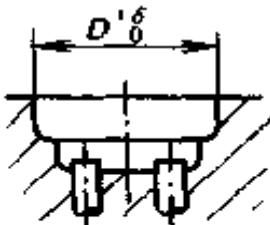
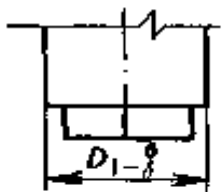


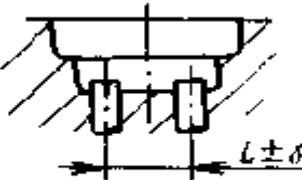
- 1) 尽量减少塑料流动的能量损失。
- 2) 有利于排气。
- 3) 避免造成收缩变形和产生熔接痕。
- 4) 避免塑料直接冲击型芯或嵌件。

61. 注射模成型零件尺寸如何计算确定？

答：成型塑件的型芯、型腔尺寸，应根据塑件相应尺寸的允许偏差和塑件的收缩率进行计算确定，见表 11-23。

表 11-23 成形尺寸计算

(mm)

塑件尺寸		
尺寸类型	简图	模具成型尺寸计算公式
塑件为外形尺寸 $d - \frac{\Delta}{2}$ 的模具型腔尺寸 $D - \delta$		$D - \delta = [d(1+K) - x\Delta] - \delta$
塑件为内孔尺寸 $d_1 + \frac{\Delta}{2}$ 的模具芯尺寸 $D_1 - \delta$		$D_1 - \delta = [d_1(1+K) + x\Delta] - \delta$
塑件为高度尺寸 $h - \frac{\Delta}{2}$ 的模具尺寸 $H \pm \delta$		$H \pm \delta = \left[h(1+K) - \frac{\Delta}{2} \right] \pm \delta$
塑件为台阶尺寸 $h_1 \pm \Delta$ 的模具尺寸 $H_1 \pm \delta$		$H_1 \pm \delta = [h_1(1+K)] \pm \delta$
塑件为中心距尺寸 $l \pm \Delta$ 的模具尺寸 $L \pm \delta$		$L \pm \delta = [l(1+K)] \pm \delta$

表中 Δ —塑件公差； δ —模具公差； K —塑件平均收缩率； x —系数，一般为 $1/2 \sim 3/4$

62. 常用塑料收缩率如何选择?

答: 常用各种塑料收缩率可参照表 11-24 选择。

表 11-24 各种塑料的成型收缩率 K (%)

塑 料	收缩率	塑 料	收缩率	塑 料	收缩率
聚苯乙烯	0.5~0.8	软聚氯乙烯	1.5~2.5	有机玻璃(372)	0.5~0.9
ABS	0.3~0.8	硬聚氯乙烯	0.6~1.5	聚碳酸酯	0.5~0.8
聚丙烯	1.4~2.6	低压聚乙烯	1.5~3.6	聚苯醚	0.5~1.0
尼龙(1010)	1.0~2.5	聚甲醛	1.0~2.2	聚砜	0.4~0.8

63. 注射模常用导柱、导套形式有哪些?

答: 图 11-35 为动、定模导向用的导柱、导套常用形式。图 11-36 为顶出机构用的导柱、导套形式。

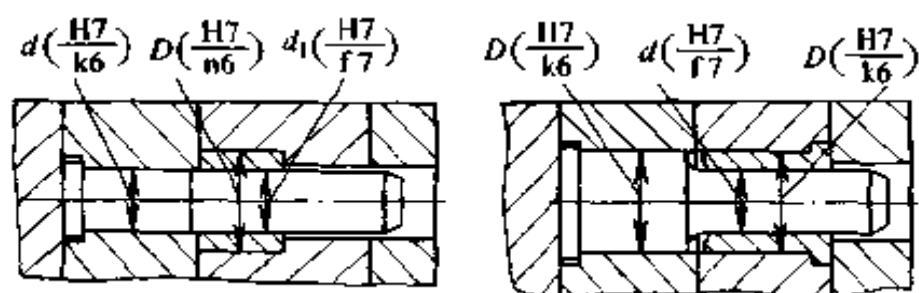


图 11-35 动、定模用导柱、导套

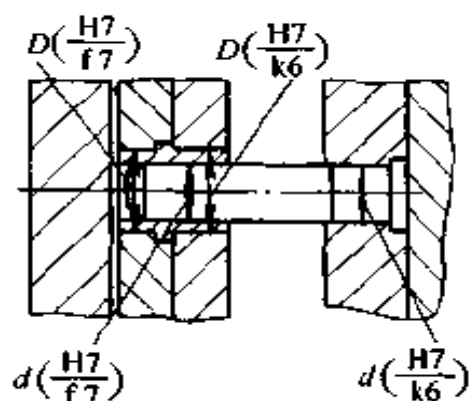


图 11-36 顶出机构用导柱、导套

64. 注射模定位圈和浇口套的作用和形式有哪些？

答：定位圈用于模具与机床定位，浇口套用于设主流道，有时两者可结合成一体（见图 11-37c）。常用形式如图 11-37 所示。

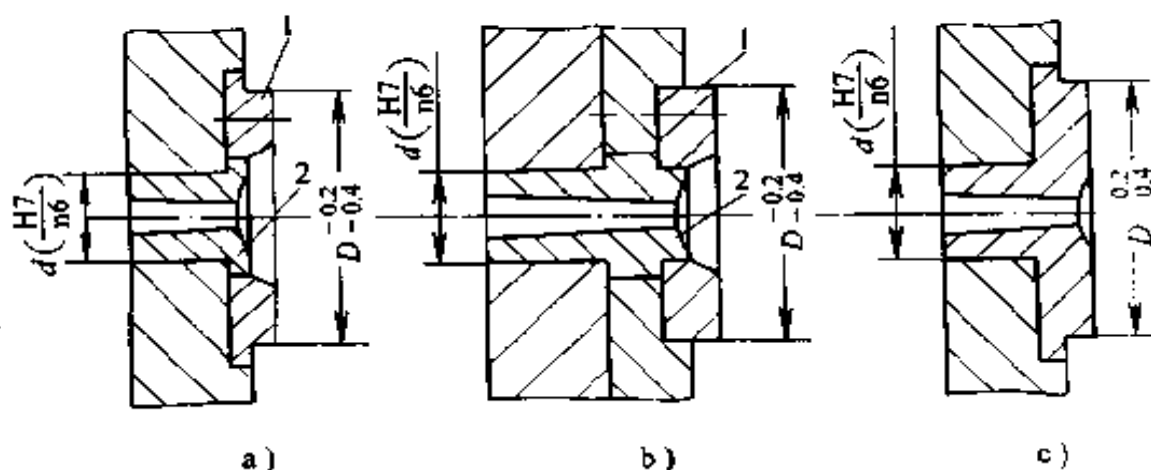


图 11-37 定位圈与浇口套

1—定位圈 2—浇口套

65. 注射模常用顶出机构有哪些？

答：塑件的顶出可采用推杆顶出、推管顶出和推板顶出等，也可以联合使用。

推杆顶出的组合形式如图 11-38 所示。采用推杆的模具，装配最为简单，位置的选择自由度大，对箱体件应用最多。推杆顶出端的形状有：圆形、角形、方形、矩形及其他形式。我国塑料注射模零件标准中（GB4169.1~4169.11-84）已有圆形推杆的标准。

推管顶出的组合形式如图 11-39 所示。中央有孔的圆形塑件，或带孔的圆形凸台塑件，推件应避开中央型芯，可采用推管顶出。

推板顶出的组合形式如图 11-40 所示，常用于盒类件的顶出。由于顶在塑件的四周边缘，顶出力大、可靠。

推杆、推管、推板联合使用顶出机构如图 11-41 所示。图 a 为推杆与推管联合使用、图 b 为推板与推管联合使用。

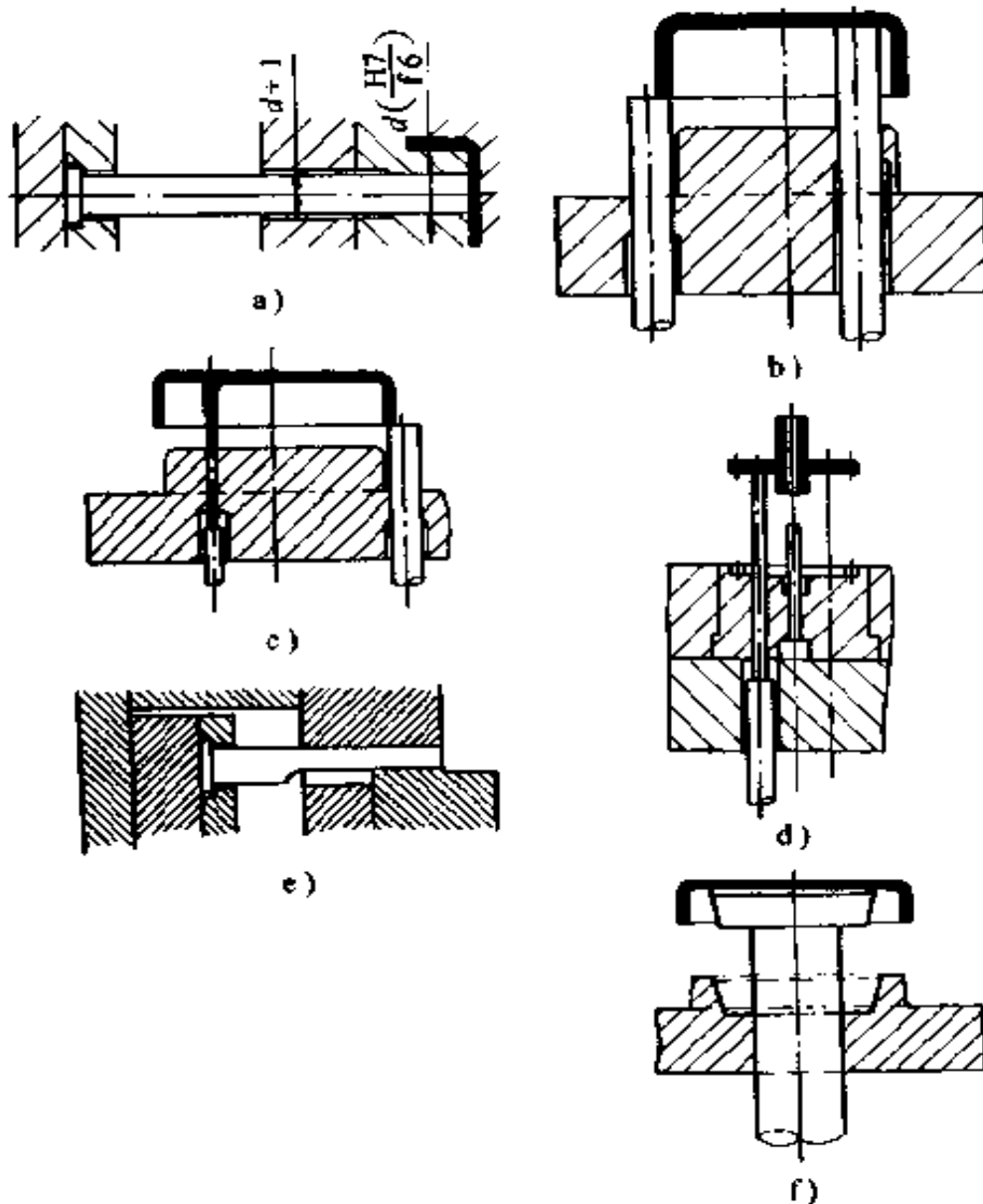


图 11-38 推杆顶出机构

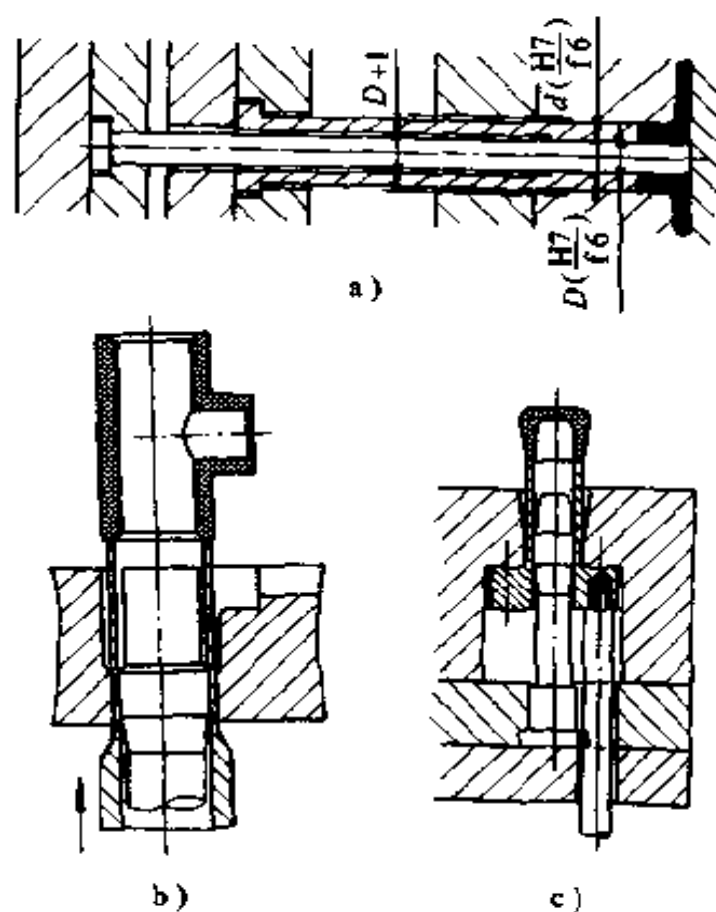


图 11-39 推管顶出机构

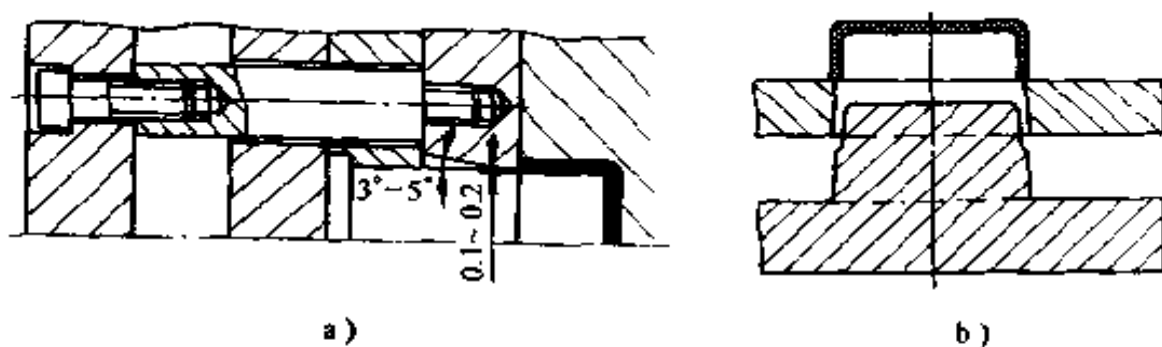
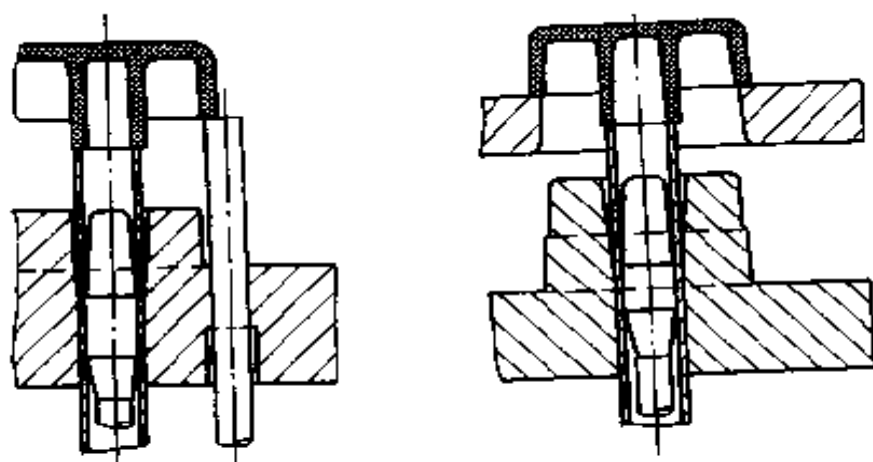
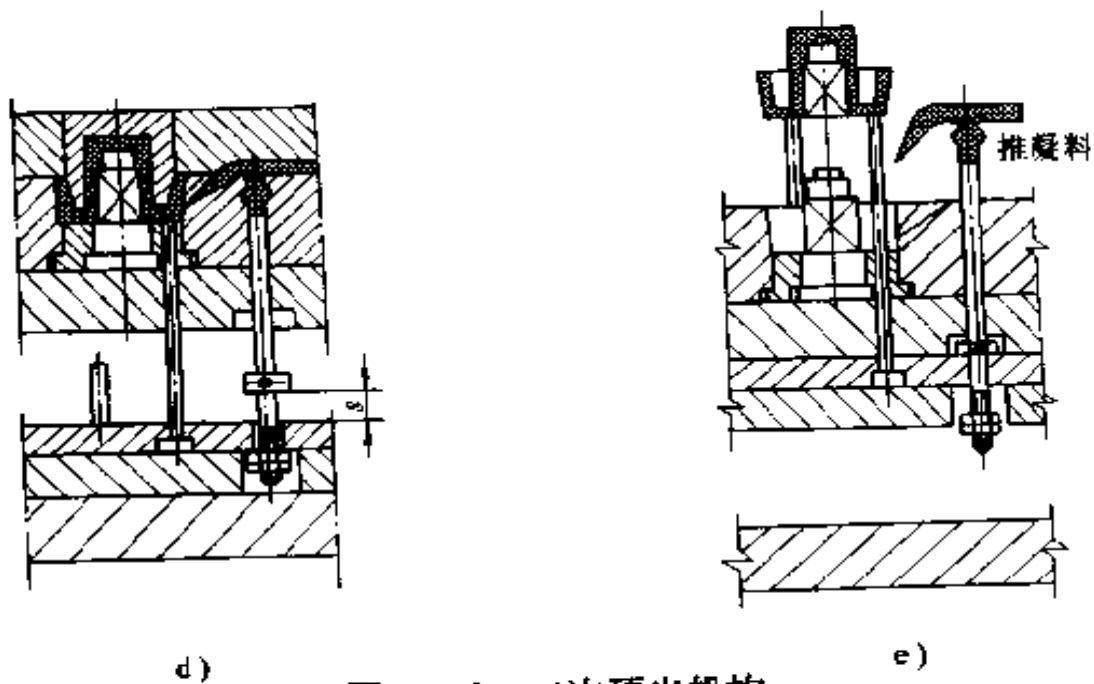
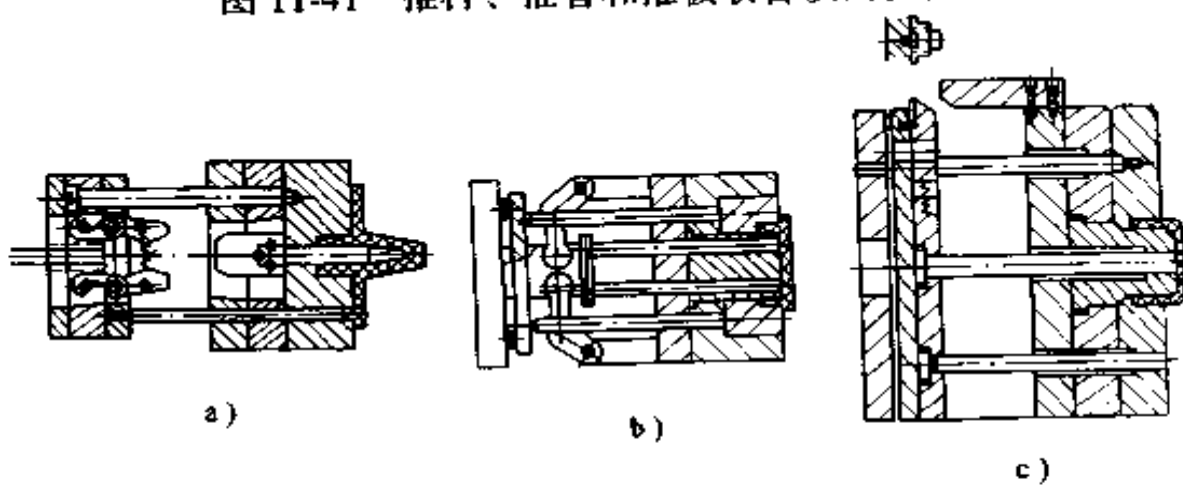


图 11-40 推板顶出机构

一次顶出动作不能使塑件脱模时，可使用二次顶出机构。二次顶出机构形式很多，如图 11-42 所示为常用形式。



a) b)
图 11-41 推杆、推管和推板联合顶出机构



d) e)
图 11-42 二次顶出机构

66. 注射模凹割脱模机构有哪些形式?

答: 塑件上有凹割时, 一般除了内凹割深度小于 0.5mm 可以采用强行脱模外, 其他则应采用脱模机构。凹割脱模机构很多, 如图 11-43 所示列举了几种内凹割脱模机构, 图 11-44 所示列举了几种外凹割脱模机构。

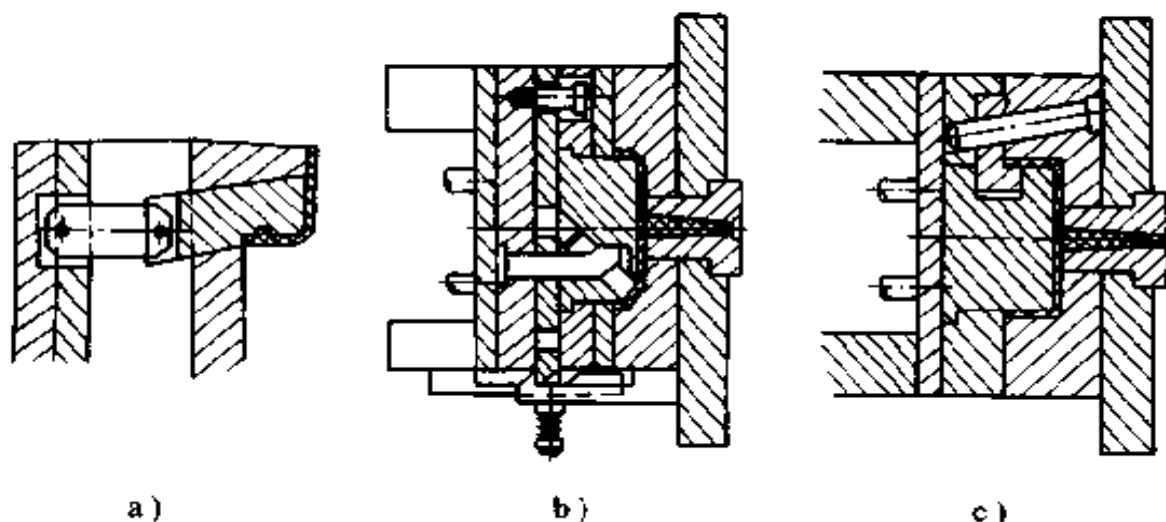


图 11-43 内凹割脱模机构

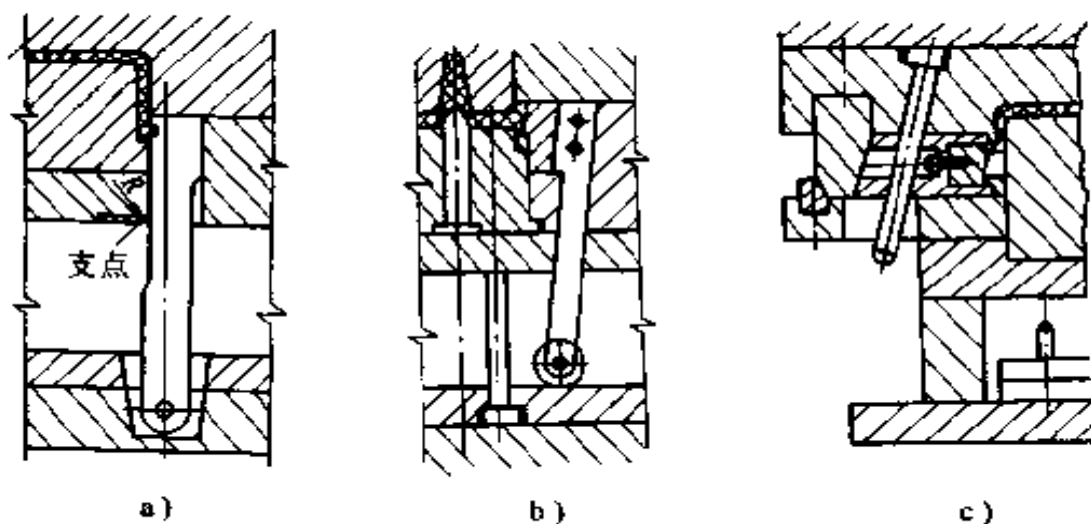


图 11-44 外凹割脱模机构

图 11-43a 是利用顶出时斜滑块的内移而脱模的形式；图 11-43b 是利用动模的定距分型进行抽芯而脱模的形式；图 11-43c 是利用动、定模分型时的斜销抽芯而脱模的形式。

图 11-44a 是利用顶出时摆杆的摆动而脱模的形式；图 11-44b 是利用顶出时斜滑块的外移而脱模的形式；图 11-44c 是利用动、定模分型时的斜销抽芯而脱模的形式。

67. 注射模分流道凝料的推出脱模形式有哪些？

答：在三层板式模具结构中，分流道凝料的脱落，在自动化生产的情况下，应特别予以重视。

分流道推出脱模形式如图 11-45 所示，图 a 为采用推流道板脱出的形式，图 b、c 为通过拉引定模板截断分流道和浇口凝料，然后自动脱落的形式，图 d 为设置在定模一侧的定距拉杆推出凝料的形式。

68. 注射模斜销抽芯结构形式有何特点？

答：凹割或侧面孔的脱模常用斜销抽芯结构，其结构形式如图 11-46 所示。

斜销角度 α 一般不大于 25° ，常用 $15^\circ \sim 20^\circ$ 。楔紧块角度取 $\alpha + (2^\circ \sim 3^\circ)$ ，使在开模时楔紧面的分开先于抽芯。

斜销工作长度与滑块型芯抽出距离、所需开模行程之间的关系可用式 (11-10) 计算

$$L = S / \sin \alpha = H / \cos \alpha \quad (11-10)$$

式中 L ——抽芯距离为 S 时所需斜销工作长度 (mm)；

S ——抽芯距离 (mm)；

α ——斜销角度 ($^\circ$)；

H ——抽芯距离为 S 时所需开模行程 (mm)。

根据塑件形状，抽芯方向也可与分型面成一角度。

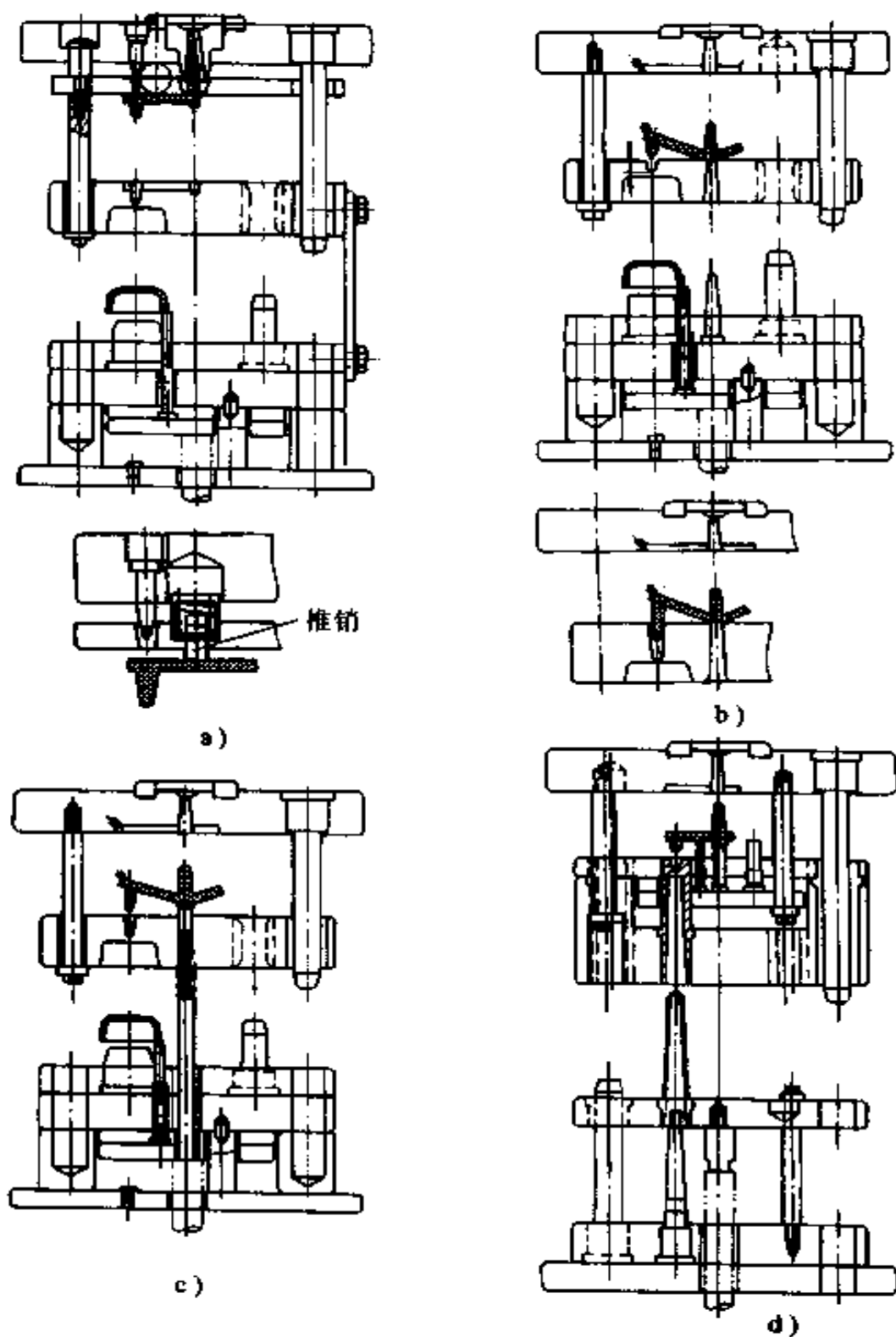


图 11-45 分流道推出脱模形式

- a) 推流道板推出凝料 b)、c) 截断的凝料自动脱落
d) 定模一侧装拉杆推出凝料

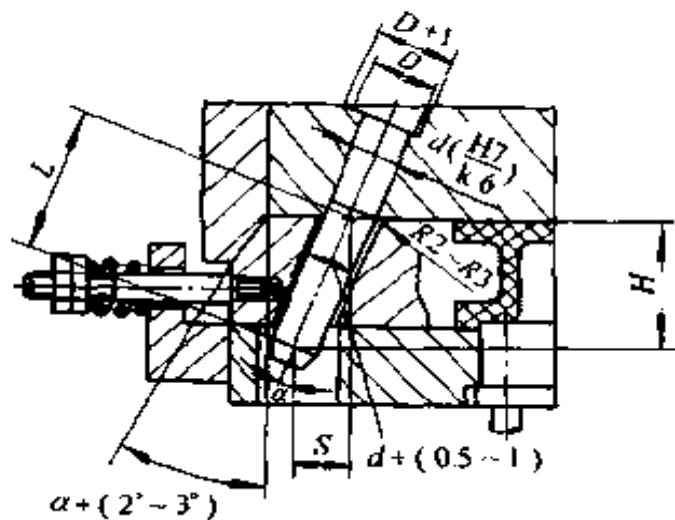


图 11-46 斜销抽芯
结构形式

69. 注射模螺纹脱模机构及其驱动方式有哪些？

答：带螺纹塑件的自动脱模机构形式很多，如图 11-47 所示列举了几种结构形式（采用点浇口）。图 11-47a 为塑件内部平面上设防止转动的止转槽 1，轴 2 下部螺纹的螺距与塑件螺距相等，轴 2 转动并上升时将塑件脱出。图 11-47b 为止转槽设在塑件内侧面，轴 2 仅作回转，回转时塑件从螺纹型腔中旋出并用推杆 3 顶出塑件。图 11-47c 为止转槽设

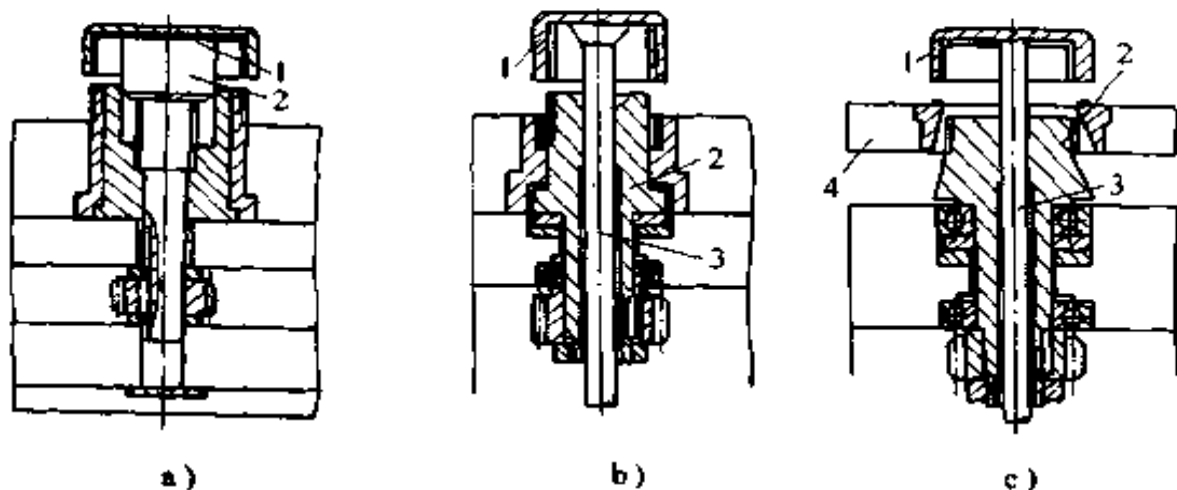


图 11-47 螺纹脱模机构

1—止转槽 2—轴 3—推杆 4—推板

在塑件端面，轴 2 转动和推杆 3、推板 4 顶出时脱出塑件。

螺纹脱模机构中驱动轴的方式如图 11-48 所示。图 11-48a 为两组齿轮齿条驱动，图 11-48b 为用齿轮齿条和锥齿轮驱动，图 11-48c 为用液压缸和齿轮齿条驱动，图 11-48d 为用电动机和蜗杆蜗轮驱动。

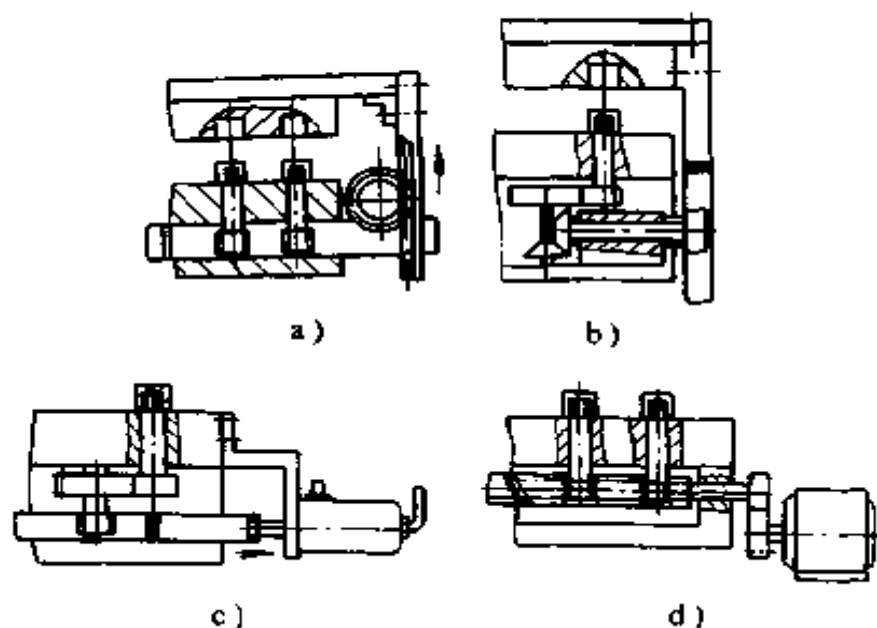


图 11-48 螺纹脱模机构的驱动方式

70. 注射模复位机构结构形式有哪些？

答：使顶出机构复位的机构称复位机构。用推杆、推管顶出的复位可简单地使用复位杆，复位杆设置在推杆固定板上，端部与分型面平齐。开模时，复位杆随推杆或推管一起顶出，合模时定模分型面推动复位杆将顶出机构复位。用推板顶出时，不需另设复位机构，合模时定模分型面推动推板即可复位。

当模具有侧面活动型芯而又没有推杆时，有时会在合模时型芯与推杆发生干扰，因此必须使推杆先复位，然后型芯

动作。使顶出机构预先复位的机构称先复位机构。先复位机构的形式很多，如图 11-49 所示列出了几种典型结构形式。

图 11-49a 为弹簧的先复位机构，图 11-49b 为用斜楔 4 转动设在推杆板上的杠杆 5，使顶出机构先复位的机构，图 11-49c 为用斜楔 6 推动铰接连杆 7，使顶出机构先复位的机构，图 11-49d 为用滑块推动连杆 7，使顶出机构先复位的机构。

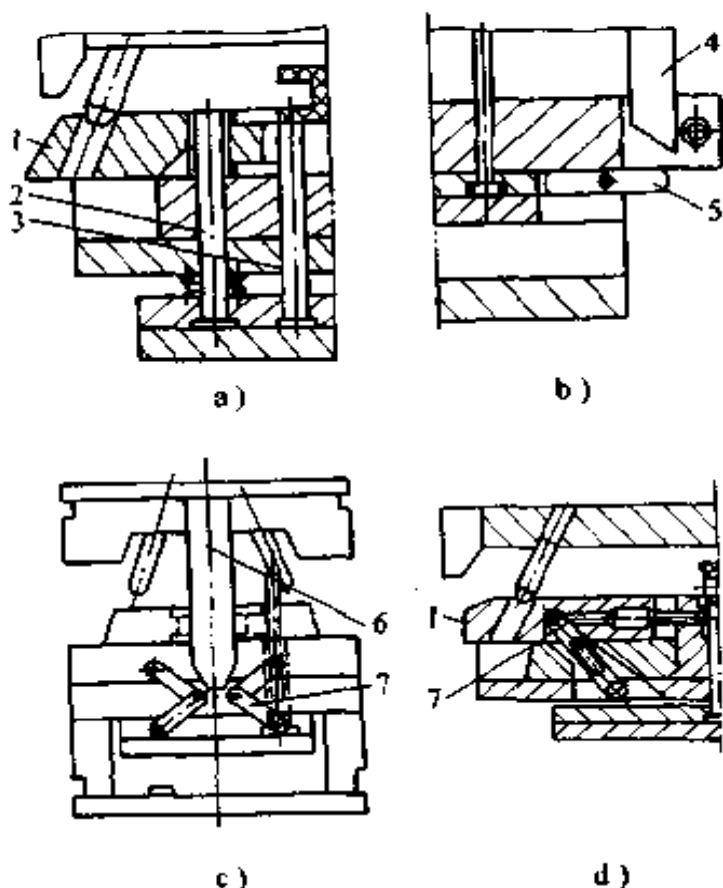


图 11-49 先复位机构

1—滑块 2—复位杆 3—推杆 4、6—斜楔
5—杠杆 7—连杆

71. 热塑性塑料注射模基本结构形式有何特点？

答：图 11-50 所示为热塑性塑料注射模的基本结构形式。分型面将模具分成动模和定模两部分。定模部分的定位圈 1 与注射机固定工作台定位孔配合作定位，用压板将定模部分装夹在注射机固定工作台上。浇口套 18 内设主流道，一端与注射机喷嘴接触，另一端与分流道、浇口连接组成浇注系统。

动模部分固定于注射机活动工作台上，随活动工作台的移动而进行合模或开模。动模部分设有推出塑件用的顶出机

构、复位杆 8 和将凝料从浇口套中拉出的拉料杆 16 等。
导柱 2、导套 4 用于合模时动、定模的对位。

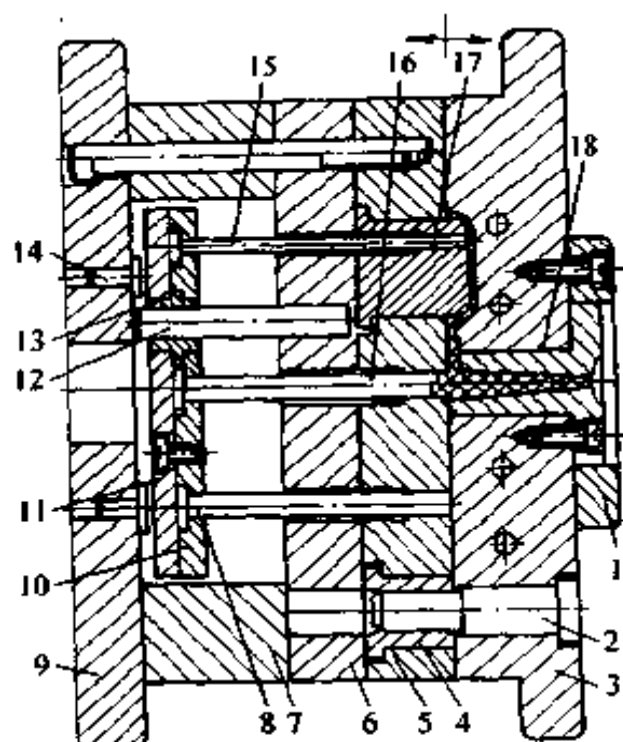


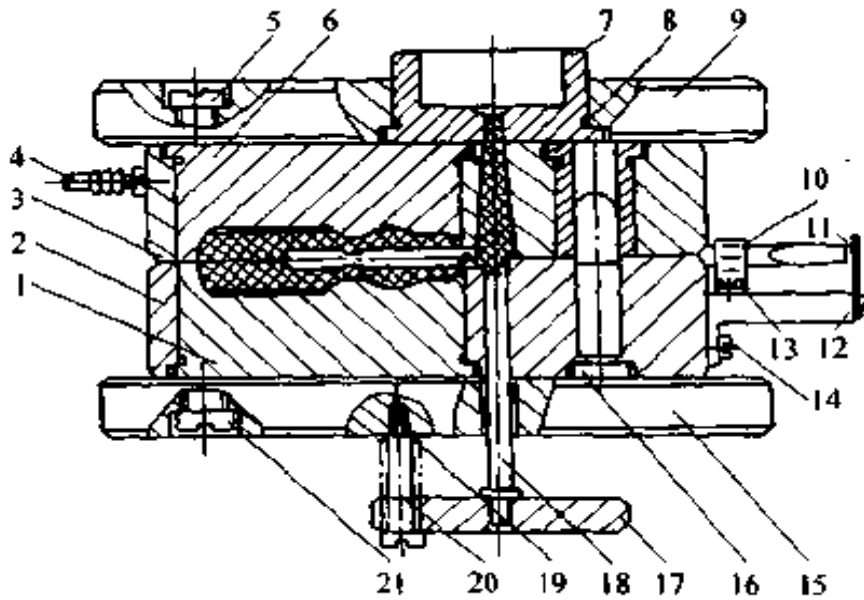
图 11-50 注射模基本结构形式

- 1—定位圈 2—导柱 3—定模座板 4—导套 5—凸模固定板 6—垫板
7—垫块 8—复位杆 9—动模座板 10—推杆固定板 11—推板
12—推板导柱 13—推板导套 14—限位钉 15—推杆
16—钩形拉料杆 17—凸模 18—浇口套

72. 热塑性塑料侧浇口注射模结构有何特点？

答：图 11-51 所示是装在卧式注射机上注射旋具手柄的热塑性塑料侧浇口注射模，模具分定模和动模两部分。定模部分的定模套板 3 内装有定模镶件 6、导套 8 和冷却水嘴 4，定模板 9 内装有浇口套 7，并用螺钉 5 与定模套板 3 联接在一起。定模板 9 固定在注射机的固定模板上，使浇口套与注射机的喷嘴相连。动模部分的动模套 2 内装有动模镶件 1 和导柱 16，右侧面用螺钉 13、14 将固定支板 12、定位板 11

和定位弹簧片 10 固定。动模板 15 与动模套 2 用螺钉 21 联接，动模板上装有导柱 16、弹簧 19、螺钉 20、拉料杆固定板 17 和拉料杆 18。动模板 15 固定在注射机的移动模板上。



塑件简图

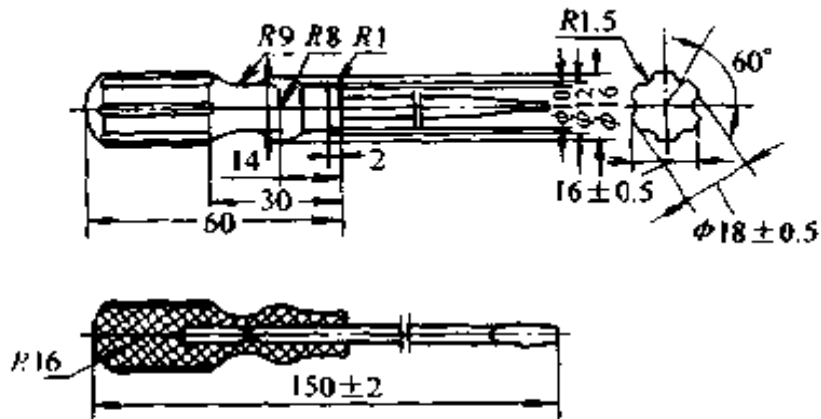


图 11-51 侧浇口注射模

- 1—动模镶块 2—动模套板 3—定模套板 4—冷却水嘴
 5、13、14、20、21—螺钉 6—定模镶块 7—浇口套
 8—导套 9—定模板 10—定位弹簧片 11—定位板
 12—固定支板 15—动模板 16—导柱 17—拉
 料杆固定板 18—拉料杆 19—弹簧

注射时，模具在开模位置，先放入旋具嵌件，用弹簧片 10 卡住，用定位板 11 定位。然后注射机使动模部分移动到闭合位置，塑料即经过浇注系统注射入模具，制成塑料件。水嘴 4 中通入循环水，以冷却模具，加速塑件成型。开模时，浇口被拉料杆 18 拉出，塑件随动模移动，到一定位置时，拉料杆固定板 17 被机床卸料装置挡住，动模继续移动，塑料件和浇口即被推出。合模时，弹簧 19 保证拉料杆 18 恢复原位。

73. 两个分型面的注射模结构有何特点？

答：图 11-52 所示为具有两个分型面的注射模。注射完成开模时，由弹簧 3 先使 I 分型，I 分型形成的空间是为了取出点浇口凝料，分型距离由定距拉杆 2 控制。继续开模，塑件分型面 II 分开，取出塑件。

塑件有内凹割，因此模具设有内抽芯机构。动作是推杆 6 推动滑块型芯 5，使其从塑件凹割中抽出并推出塑件，杆 4 用于滑块型芯的复位。

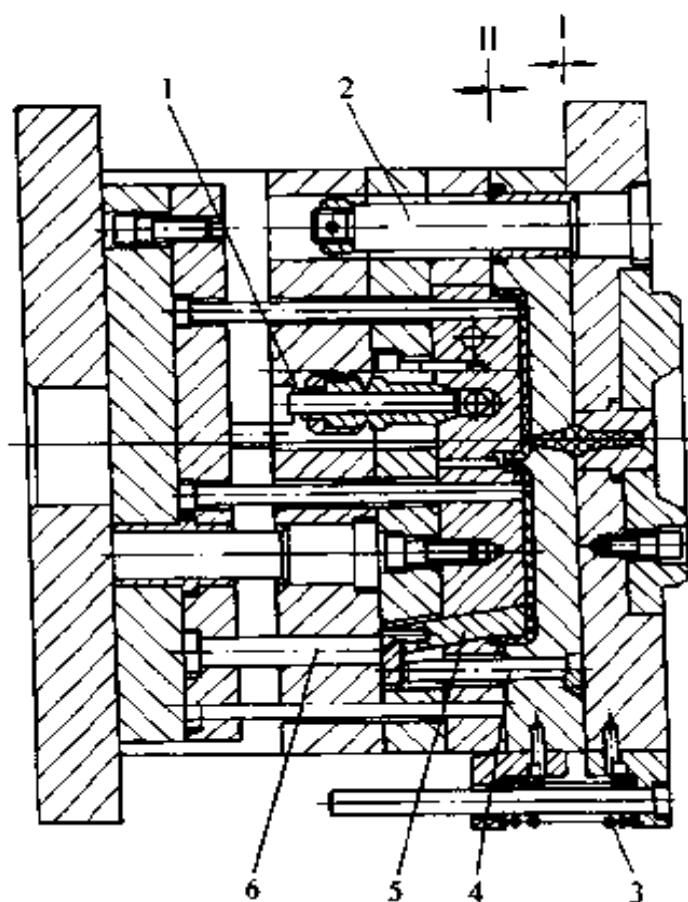


图 11-52 两个分型面的注射模

1—水管 2—定距拉杆 3—弹簧 4—杆
5—滑块型芯 6—推杆

74. 三个分型面的注射模结构有何特点？

答：图 11-53 所示为有三个分型面的多点点浇口的注射模。开模时，先是分型面 I 分开，由于拉料杆 2 的作用使浇注系统凝料脱离塑件。然后分型面 II 分开，使拉料杆 2 脱离凝料，此时凝料即自行落下。分型距离分别由定距拉杆 3、4 控制。最后动、定模的塑件分型面 III 分开，由推板 5 顶出塑件。因塑件较深，为便于顶出塑件而设有阀杆 1 作排气用。

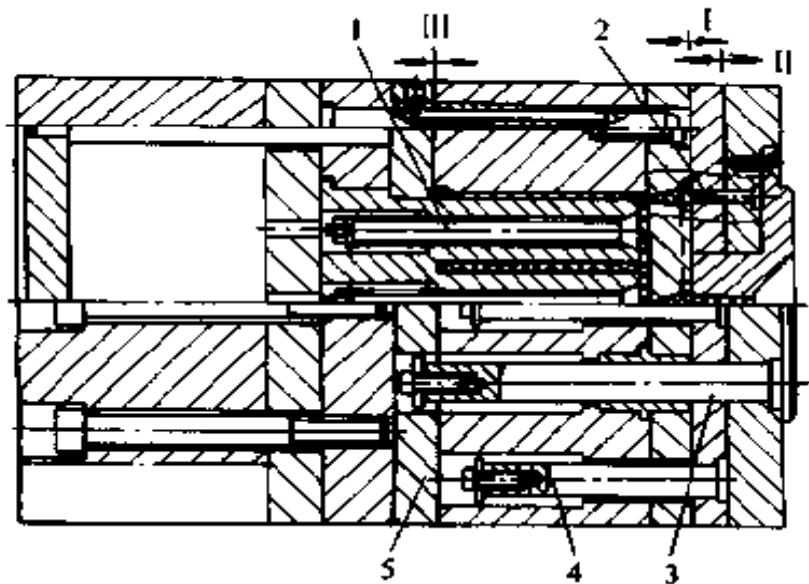


图 11-53 三个分型面的注射模

1—阀杆 2—拉料杆 3、4—定距拉杆 5—推板

75. 垂直分型面的注射模结构有何特点？

答：图 11-54 所示为垂直分型面的注射模。为塑件脱模方便将型腔做成对合形式，对合面即为塑件分型面。顶出时，推板带动推杆 2（与型腔块 3 铰接）将型腔块 3 沿着由型腔套板 4 与镶块 1 形成的斜槽内移动，使型腔块 3 推出并分型而脱出塑件。推板的复位由弹簧 5 完成。

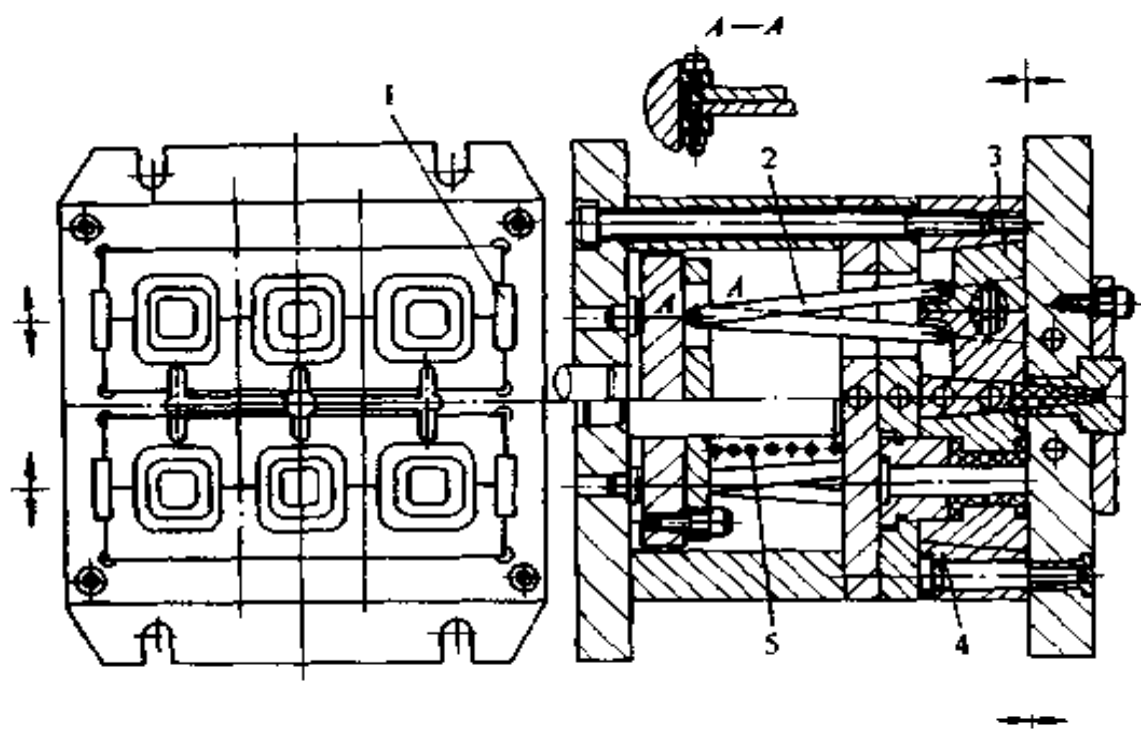


图 11-54 垂直分型面的注射模

1—镶块 2—推杆 3—型腔块

4—型腔套板 5—弹簧

76. 热固性塑料注射模锁模力应如何计算?

答: 热固性塑料注射模锁模力按式 (11-11) 计算

$$F_s \geq (0.6 \sim 0.8) p_c A \quad (11-11)$$

式中 F_s ——额定锁模力 (N);

p_c ——模内压力, 酚醛塑料取 30~40MPa, 氨基塑料取 40~60MPa, 聚酯塑料取 10~20MPa;

A ——塑件和浇注系统的总投影面积 (mm^2)。

77. 热固性塑料注射模浇注系统设计有哪些要求?

答: 由于热固性塑料的注射是将较低温度的预塑化塑料注入较高温的模具中, 模具温度以及塑料与模具间的摩擦生热, 会使塑料的粘度降低、流动性提高, 因此浇注系统的截面尺寸可以取小些, 以节约材料和缩短固化时间。

分流道的截面形状见表 11-15。采用圆形截面时，直径取 4~8mm。采用梯形截面时，宽度 b 取 4~7mm，深度 H 取 $2b/3$ ， $\alpha = 20^\circ$ ， $R = 1\text{mm}$ 。用半圆形截面时，半径 R 常取 3mm， H 取 2.8mm。

浇口形式常采用侧浇口和点浇口。用表 11-21 所示的侧浇口时，深度 H 取 0.2~0.5mm、宽度 c 取 2~5mm、长度 L 取 1~2mm。采用点浇口时，不宜采用表 11-21 中点浇口 b 所示的球底点浇口形式，因为用于热固性塑料时球部易贮冷料而堵塞浇口。应采用表 11-21 中点浇口 a 所示的形式， d 取 0.4~1.5mm、 l 取 0.5~1.5mm，与塑件连接处设 0.5mm 的圆角或 $C0.3$ 的倒角。

热固性塑料含有大量填充剂，注射时浇口易磨损，应引起注意。

78. 热固性塑料注射模拉料杆与拉料穴形式有哪些？

答：拉料杆与拉料穴是在开模时用来使浇注系统塑料保持在模具某部位上的零件、穴位。

由于热固性塑料在开模时较柔软、冷却后易折断，因此与用于热塑性塑料的拉料杆有所区别。图 11-55a 的球形拉料杆 $d = d_1 + 2\text{mm}$ （用于热塑性塑料时 $d = d_1 + 1\text{mm}$ ）， d 与 d_1 之差过小则无拉料作用，过大则不能脱模或使塑件破裂。图 11-55b 所示 Z 形拉料杆， a 不得小于 4mm。图 11-55c 所示塑件成型后拉料杆周围形成四片薄片，顶出后依靠薄片弹性从拉料杆上脱下。图 11-55d 所示为用于对合式型腔的拉料穴。图 11-55e 为在动模板上镶入镶块以形成倒斜的拉料穴。

主流道拉料杆拉料与推出方法见表 11-25。分流道拉料杆的应用形式见表 11-26。

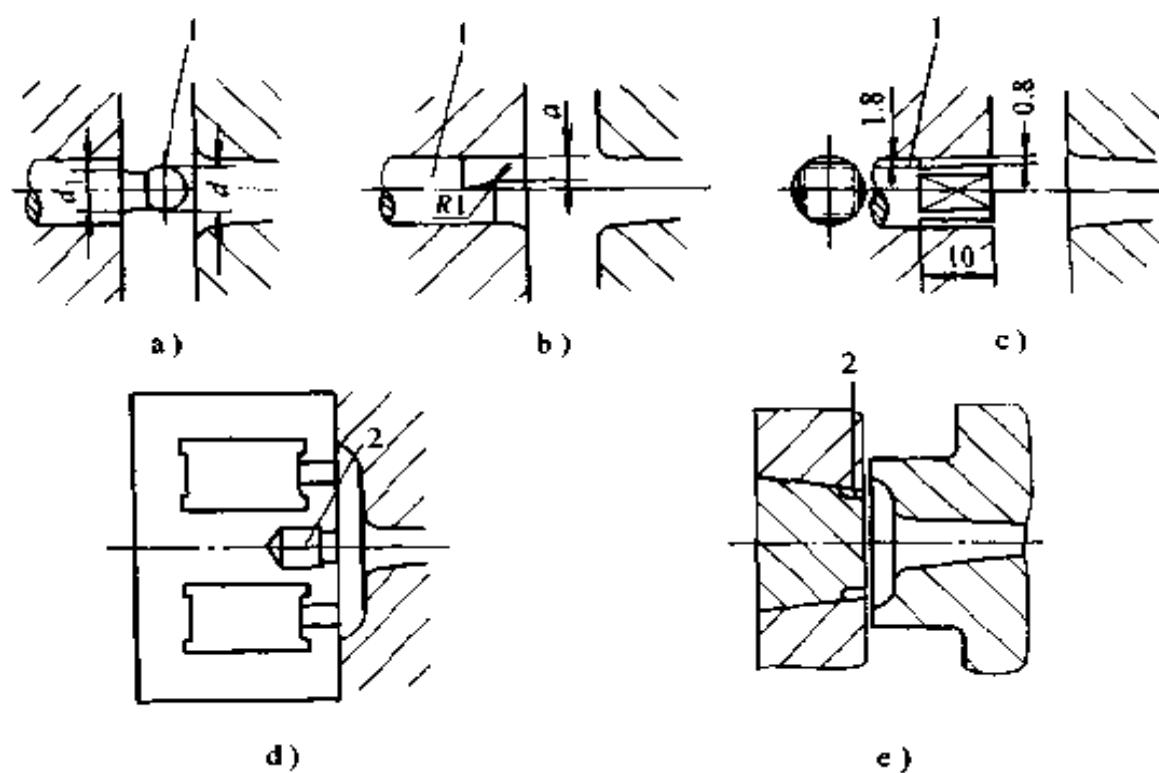


图 11-55 拉料杆与拉料穴

1—拉料杆 2—拉料穴

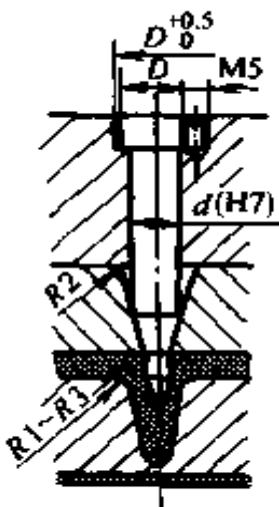
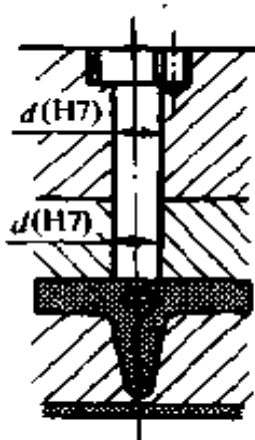
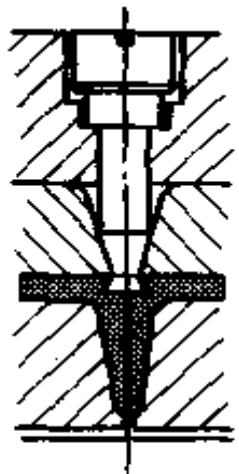
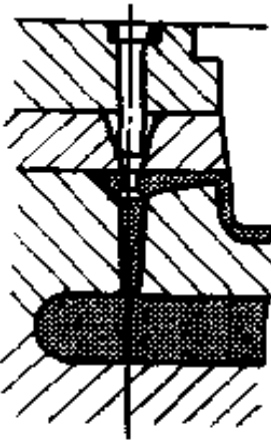
表 11-25 主流道拉料杆拉料与推出方法 (拉料杆孔尺寸) (mm)

<p>$L_1 = (1.5 \sim 2)d$</p>	<p>$L_1 = (1.5 \sim 2)d$</p>
<p>$L_1 = (1.5 \sim 2)d$</p>	<p>$L_1 = (1.5 \sim 2)d$</p>

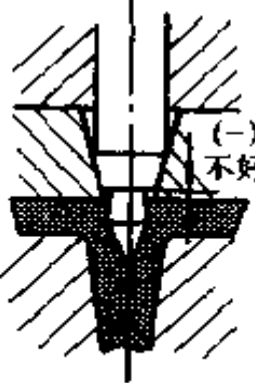
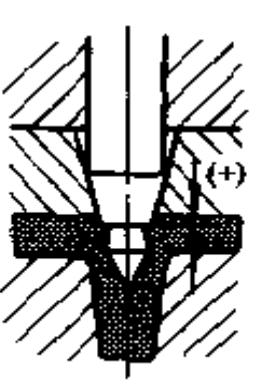
拉料杆孔尺寸

基本尺寸	d		s	基本尺寸	d		s
	尺寸	公差 (H7)			尺寸	公差 (H7)	
6.0	6.0	$+\begin{smallmatrix} 0.012 \\ 0 \end{smallmatrix}$	10	10.0	$+\begin{smallmatrix} 0.015 \\ 0 \end{smallmatrix}$	15	
8.0	8.0	$+\begin{smallmatrix} 0.015 \\ 0 \end{smallmatrix}$	15	12.0	$+\begin{smallmatrix} 0.018 \\ 0 \end{smallmatrix}$	20	

表 11-26 分流道拉料杆的应用

使用示例	说明	使用示例	说明
	<p>为最普遍的使用方法，M5 螺钉为防止在模具搬运中落下。分流道拉料杆在模板一面承受流料压力</p>		<p>一般的使用方法，d (F7) 部位，可将轴采用 6~7，孔采用 H7</p>
	<p>使用于模板模具紧固用螺孔的场合</p>		<p>将分流道拉料杆装在推件板上的例子</p>

(续)

使用示例	说明	使用示例	说明
 <p data-bbox="327 772 454 817">差的例子</p>	<p data-bbox="566 414 805 795">分流道拉料杆与推流道板的滑动部位不能做成如图所示那样拉料杆凹在里面, 在此情况下流道凝料会粘在板上不能落下</p>	 <p data-bbox="933 772 1061 817">好的例子</p>	<p data-bbox="1204 492 1412 705">分流道拉料杆高出推流道板为好, 一般高出0~0.5mm</p>

79. 热固性塑料注射模嵌件杆形式有哪些?

答: 热固性塑料件常有嵌件, 嵌件需在注射前安装在模具内, 并要求在合模、注射时可靠地保持在所需位置。

安装嵌件用的嵌件杆形式见表 11-7。

用注射模时, 有时将嵌件安装在推杆上, 安装嵌件时, 一种方式是使推杆复位, 如图 11-56a 所示, 嵌件杆 2 插入

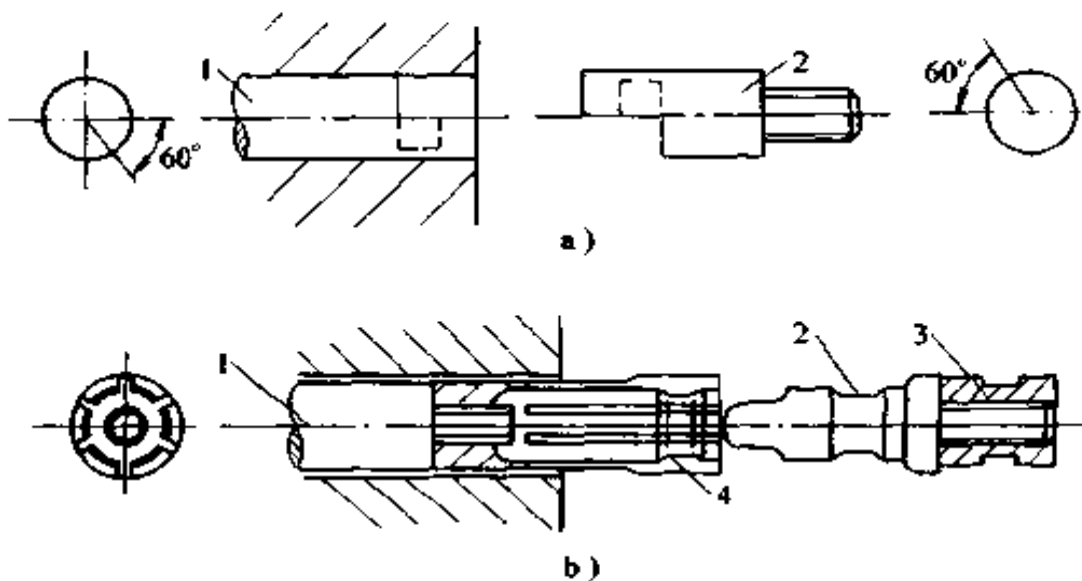


图 11-56 在推杆上安装嵌件

1—推杆 2—嵌件杆 3—嵌件 4—夹头

推杆 1 后转动 60° 锁合，防止跌落。另一种方式是在推杆顶出位置安装嵌件，如图 11-56b 所示，在推杆 1 端部设一夹头 4，嵌件杆 2 插入夹头，推杆复位后依然可靠地保持嵌件杆位置。

80. 热固性塑料注射模基本结构形式有何特点？

答：热固性塑料注射模的基本结构形式与热塑性注射模的基本结构相似。使用的机床是专用的热固性塑料注射机。成型工艺最大的区别是热固性塑料在被加热（ 170°C 以上）的模具型腔内成型，成型时因化学反应产生的气体必须排出。使用的塑料必须具有极好的流动性。

模具的基本结构形式如图 11-57 所示，在定模座板 2 和支承板 1 上都设有装置加热棒的孔，用以加热模具。

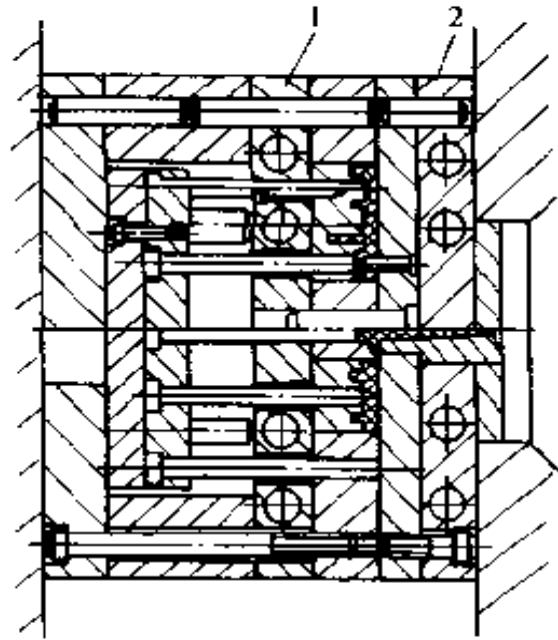


图 11-57 热固性注射模的基本结构形式

1—支承板 2—定模座板

81. 对热固性塑料注射模的顶出机构有哪些特殊要求？

答：由于热固性塑料的流动性好，易产生飞边，因此对顶出机构有较高要求。配合间隙在 $0.01 \sim 0.03\text{mm}$ 内，尽可能采用顶杆顶出，以利于保证配合间隙，避免使用不易保证配合间隙的推管顶出或推板顶出。

当必须使用推板顶出时，应尽量减少配合部位和注意容易溢料产生飞边的部位；顶出距离也需增大，使有足够空间

清理模具内飞边废屑；顶出机构应设有导向装置以保证正确滑动，减少推板与型芯的摩擦磨损，防止飞边产生。

82. 无流道塑料模具分哪几种？

答：无流道塑料模具是在注射成型后，浇注系统内的塑料不固化而仍保持熔融状态，成型的塑件不带有浇注系统凝料。

无流道模具大致上可分为下列几种：

- 1) 井式喷嘴模具。
- 2) 延长喷嘴模具。
- 3) 绝热流道模具。
- 4) 热流道模具。

83. 无流道塑料模具有哪些特点？

答：无流道塑料模具的特点有：

- 1) 材料浪费少。
- 2) 缩短了塑料充填浇注系统的时间，省去了取出浇注系统凝料的时间，缩短了开模行程，因此缩短了成型周期。
- 3) 塑件与浇注系统自动分离，因此可实现全自动化生产。
- 4) 使用的塑料应具有成型温度范围广、低温时易成型和对压力敏感、导热性好、比热低、热变形温度高等特性。
- 5) 模具较复杂，需用价格较高的温度控制装置，因此不适用于少量生产用的模具。

84. 常见塑料对无流道塑料模具的适应程度如何？

答：常见各种塑料对无流道模具不同浇注系统的适应程度见表 11-27。

表 11-27 各种塑料的适应性

浇注系统形式	塑 料					
	聚乙烯	聚丙烯	聚苯乙烯 AS, ABS	酚醛树脂	聚氯乙烯	聚碳酸酯
井式喷嘴	可采用	可采用	采用较困难	采用较困难	不可采用	不可采用
延长喷嘴	可采用	可采用	可采用	可采用	不可采用	不可采用
绝热流道	可采用	可采用	采用较困难	采用较困难	不可采用	不可采用
热流道	可采用	可采用	可采用	可采用	可采用	可采用

85. 井式喷嘴模具结构形式有何特点?

答：图 11-58 所示为井式喷嘴模具结构形式。在浇口套内设有蓄料井，蓄料井内的塑料与井壁接触的外层呈半熔体凝固状态，起绝热作用，使井内中部塑料保持熔融状态，在注射机喷嘴不脱离浇口套的情况下可连续成型。这种形式适用于单型腔模具，采用点浇口。

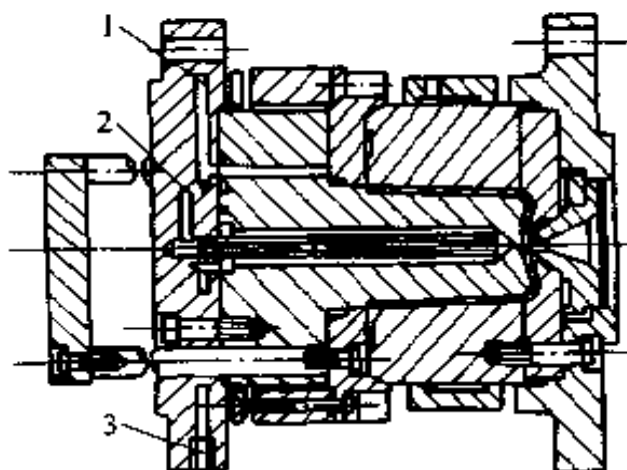


图 11-58 井式喷嘴模具结构形式

1—压缩空气入口 2—冷却水出口

3—冷却水入口

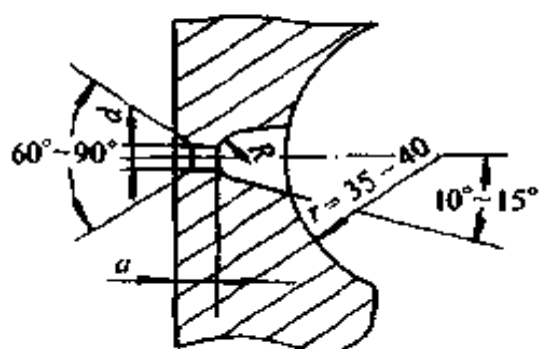
当塑件的成型周期较长或注射的塑料成型温度

允许范围小时，蓄料井部分特别是浇口部分易固化而不能进行下一次注射。为此要使浇口套与模具的接触面减小，并设置空气隔热槽，使浇口套与模具之间形成必要的温差。

86. 井式喷嘴浇口套蓄料井部分尺寸如何确定?

答：浇口套蓄料井部分形状见表 11-28 中附图，其尺寸参考表中数据确定。

表 11-28 浇口套蓄料井部分尺寸



塑件重量/g	3~6	6~15	15~40	40~150
成型周期/s	6~7.5	9~10	12~15	20~30
d /mm	0.8~1.0	1~1.2	1.2~1.6	1.5~2.5
R /mm	3.5	4	4.5	5.5
a /mm	0.5	0.6	0.7	0.8

87. 延长喷嘴在模具中设置形式有何特点?

答：延长喷嘴模具是将注射机喷嘴延长，使喷嘴与型腔间只有极短的距离。由于在喷嘴延长部分装有外加热器，因此不必担心浇口的固化，相反地在浇口附近的模温极易升高，因此大多在每次注射后将喷嘴后退。延长喷嘴如图 11-59 所示。

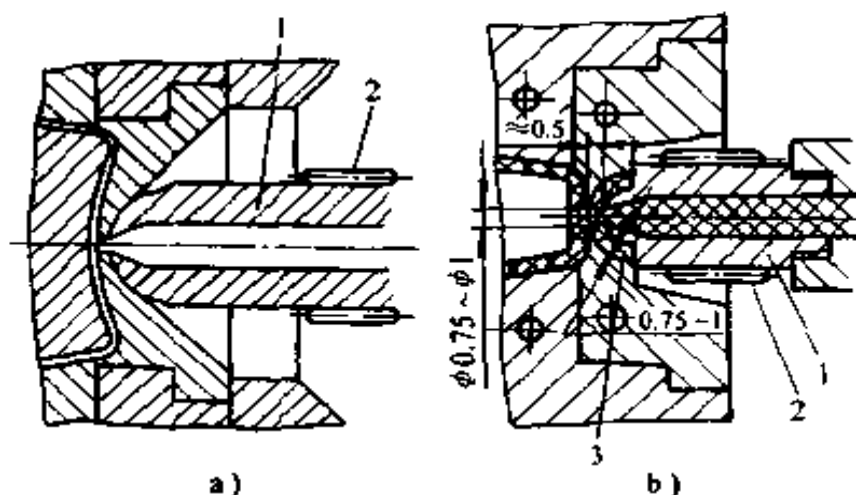


图 11-59 延长喷嘴

1—延长喷嘴 2—加热器 3—绝热层

图 11-59a 所示为一般形式。图 11-59b 所示是为了避免喷嘴的热量过多地传到模具，在喷嘴和模具之间留有不大的间隙，以注入并固化的塑料层进行绝热。

延长喷嘴模具适用于单型腔，并用点浇口。

图 11-60 所示为延长喷嘴模具的另一种形式，将设有外加热器的喷嘴延长部分设在模具内。此模具的另一特点是顶出机构设在定模部分，用推板脱模。

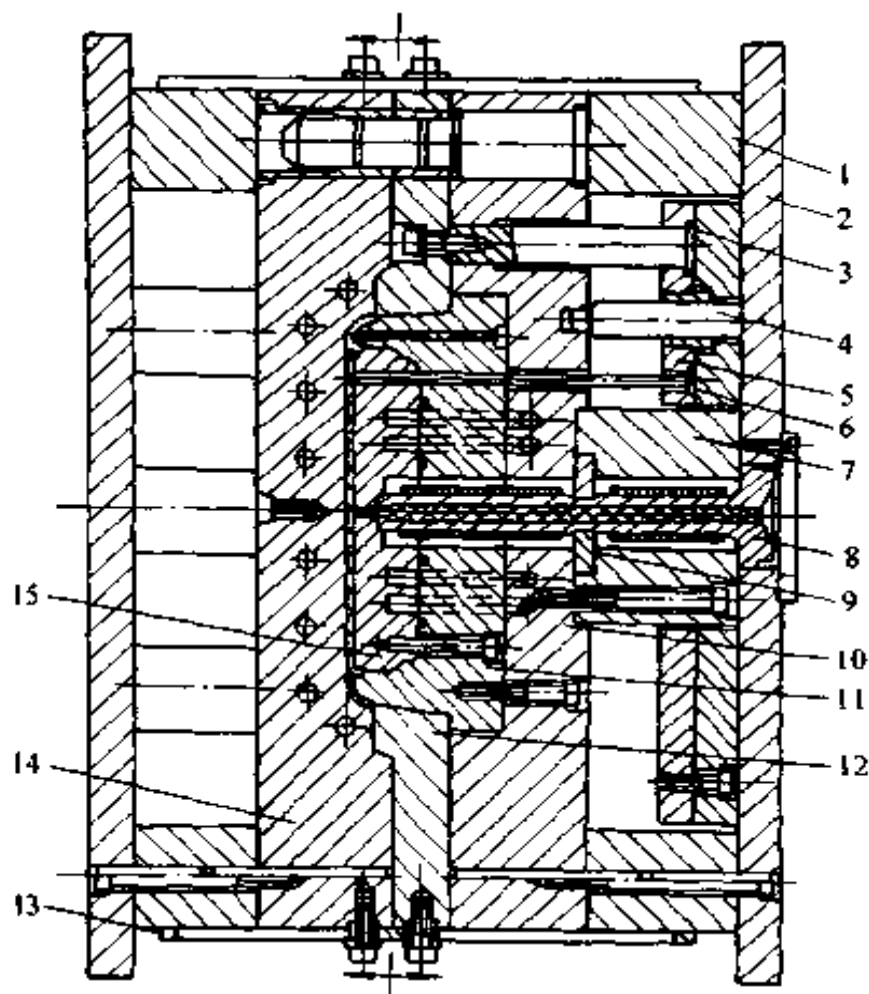


图 11-60 将延长喷嘴设在模具中的形式

- 1—垫块 2—定模座板 3—复位杆 4—推板导柱 5—推杆固定板
 6—推杆 7—支柱 8—喷嘴 9—卡环 10—定模板 11—凸模
 12—推板 13—拉板 14—动模板 15—凸模镶块

88. 绝热流道模具有何特点？

答：绝热流道模具适用于点浇口的多型腔模具，设较粗大的主流道和分流道，主流道和分流道内的塑料外层（约2~4mm）因与低温的模具接触而呈半熔融状态，形成固化绝热层，起绝热作用。内部的塑料在外层的绝热下呈熔融状态，使连续成型成为可能。图11-61为绝热流道模具的结构。

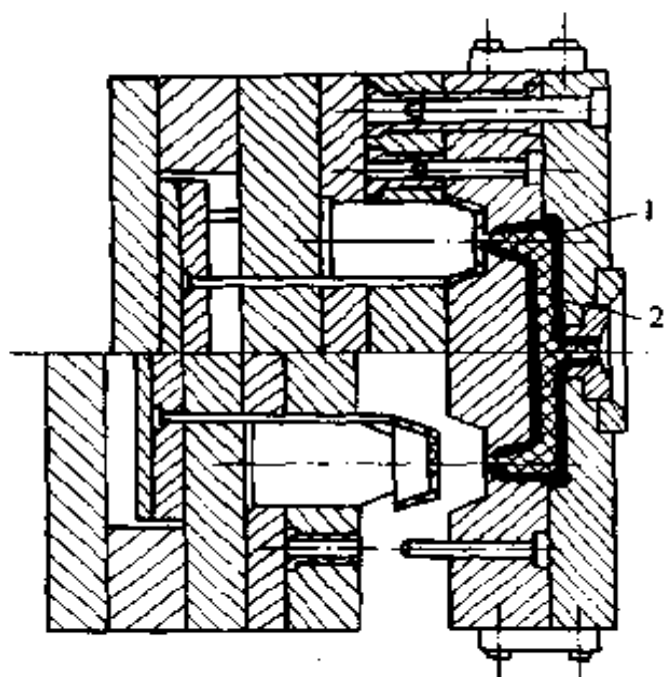


图 11-61 绝热流道模具结构

1—固化绝热层 2—熔融塑料

89. 绝热流道模具的设计应注意哪些事项？

答：绝热流道模具的设计应注意下列问题：

- 1) 成型周期长时，绝热层会增厚，流道截面积缩小，塑料流动阻力增加而影响成型。只适用于成型周期不超过1min的大型多型腔模具。
- 2) 流道直径取13~24mm，过大则型腔的温度控制困难。但注射苯乙烯塑料时应取30mm。
- 3) 浇口比一般点浇口大些，长度尽量短。
- 4) 浇口、分流道和主流道之间的过渡连接处都要用光滑圆角连接，有助于塑料流动，防止形成死区而引起塑料滞留劣化变色。
- 5) 停机后重新操作前，必须取出固化的浇注系统塑料，因此流道板由两块板对合而成，而且要用简便可靠的方法锁

紧和分开。

90. 外加热式热流道模具结构有何特点?

答: 热流道模具是将浇注系统的塑料加热并始终保持在熔融状态的一种无流道模具。常用于多型腔模具, 一般采用点浇口。

图 11-62 所示为热流道模具的一种结构形式。主流道与分流道设在流道板 3 内, 由插入的棒状加热器加热流道板, 这种加热方式称为外加热式。流道板至型腔之间由带有加热器 2 的二次喷嘴 1 连接。流道板一直在加热, 为了防止由于热传导而妨碍模具的冷却, 流道板与模具之间必须用空气或绝缘物绝热。

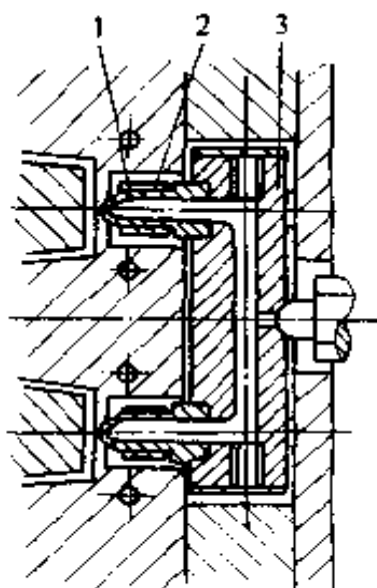


图 11-62 外加热式热流道模具

1—二次喷嘴 2—加热器
3—流道板

91. 内加热式的流道板结构有何特点?

答: 图 11-63 所示为内加热式的流道板的一种形式。在纵横交叉的流道孔内设棒状加热器, 塑料在流道孔与加热器形成的环形通道内流动。二次喷嘴是由流道孔与阀形成的环形通道, 也是设在流道板内, 喷嘴直接通向型腔。阀内设有棒状加热器。

92. 热流道模具结构设计时应注意哪些问题?

答: 热流道模具结构设计时应注意以下问题:

1) 热流道模具的浇口要求在注射时开启、注射结束后关闭, 保证不漏料。为此一般采用的方法是对浇口部分进行精确的温度控制, 例如在阀的端部设一小型加热器, 在一个成型周期中, 小型加热器进行接通、断开的变换, 进行浇口

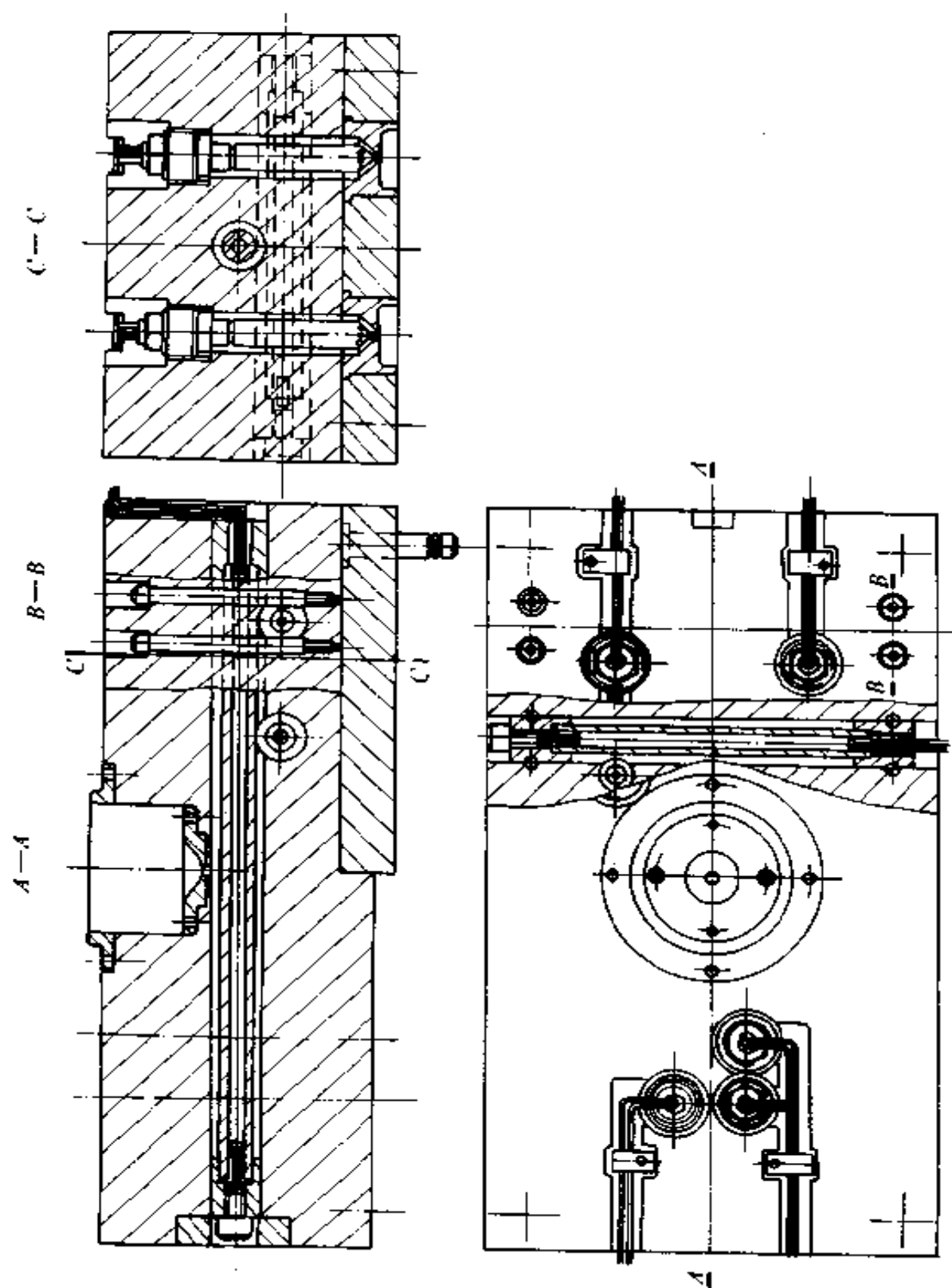


图 11-63 内加热式热流道模具流道板

的密封控制。还有利用机械方法对浇口进行密封的，如在阀体内装入弹簧，利用注射压力控制浇口的开、闭；利用液压系统控制设在浇口部分的阀门等。

2) 设计热流道模具时，由于增加了流道板，因此要注意模具厚度与注射机最小开距的关系。

3) 流道板与定模座板、定模板之间的绝热很重要，一般用空气绝热方法，板与板之间有 3~8mm 的间隙。

4) 形成间隙的间隔件面积应尽量小。并设置在承受锁模力和注射压力时不致使流道板变形的地方。

5) 主流道及各二次喷嘴的对侧，必须设置承力部件。

6) 形成间隙的间隔件及承力部件均应使用导热性低的材料，如不锈钢等。

7) 流道直径的决定，需考虑一次注射的塑料量，如流道过大而注射量小，则塑料在加热区内停留时间增长，造成塑件烧焦、成型不匀、流纹等缺陷。流道过小则引起压力损失而不得不增加注射压力。

93. 各种塑料的成型温度与模具温度应如何选择？

答：各种塑料的成型温度与模具温度可参照表 11-29 选择。

表 11-29 各种塑料的成型温度与模具温度 (°C)

塑料名称	塑料成型温度	模具温度
聚苯乙烯	200~300	40~60
AS	200~260	40~60
ABS	200~260	40~60
聚乙烯	150~300	40~60
聚丙烯	160~260	55~65
聚酰胺	200~320	80~120
聚酚醛	180~220	80~110
硬聚氯乙烯	180~210	45~60
软聚氯乙烯	170~190	40~60
聚碳酸酯	280~320	90~120
聚苯醚	280~340	110~150
聚砒	300~340	100~150

对模具温度要求较低的塑料，由于成型时模具被注入的塑料加热而温度升高，因此必须通冷却水，以保持较低的模具温度。而对模具温度要求较高的塑料，则需通温水或热油来保持模具温度。

94. 热塑性塑料模具冷却通道的形式有哪些？

答：冷却通道应设计在型腔周围及型芯内部。冷却水孔数量愈多，对塑件冷却愈均匀。各水孔布置应离型腔或型芯表面距离一致。水孔孔径大、孔间距离大而数量少的方式，会使型腔表面温差大，应采用孔径小、孔间距离小而数量较多的方式。设计通道还应考虑进水和出水的温差尽量小。冷却水通道形式很多，如图 11-64 所示列举了几种形式。

图 11-64a、b、c 为直接设在型腔板上的冷却水通道形式。图 11-64d 为在大型凸模内镶入水路通道镶块的平面螺旋式冷却水道。图 11-64e 为在大型凸模内钻孔，装入隔板形成冷却通道。图 11-64f 为在各型芯内加管接通的冷却通道。

95. 热流道模具的流道板加热功率如何确定？

答：热流道模具流道板需用电热器加热至流道内的塑料处于熔融状态。电热器所需功率 P (kW) 按式 (11-12) 计算

$$P = \frac{mc(t_1 - t_2)}{860\eta T} \quad (11-12)$$

式中 m ——流道板重量 (kg)；

c ——流道板 (钢) 的比热容，其值为 $481.482\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ；

t_1 ——流道板所需温度 ($^{\circ}\text{C}$)；

t_2 ——流道板起点温度 ($^{\circ}\text{C}$)；

η ——加热效率，取 $0.3\sim 0.5$ ；

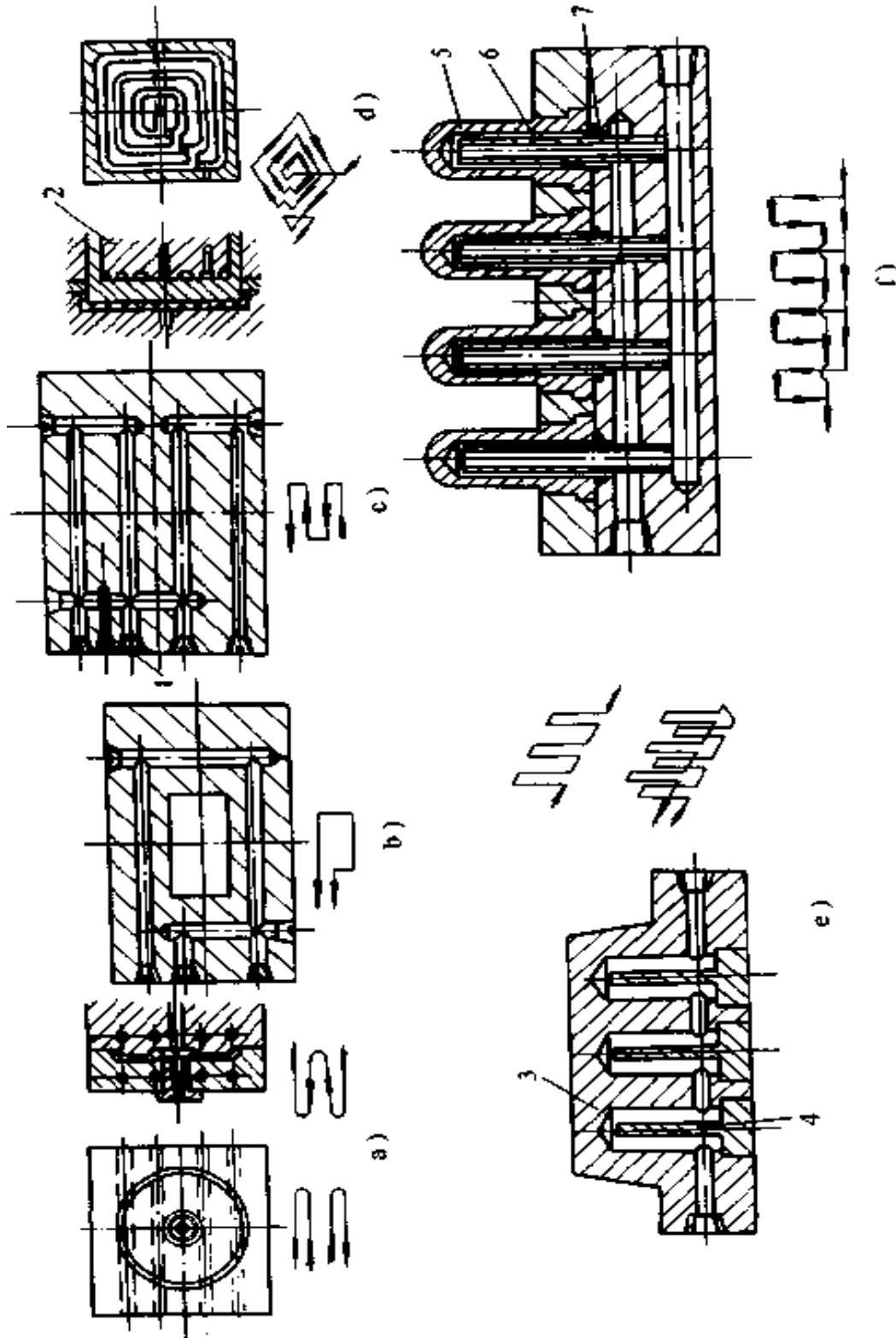


图 11-64 冷却水通道形式
 1—堵板 2—通道镶块 3—凸模 4—隔板 5—型芯 6—管 7—密封圈

T——升温时间 (h)。

电热棒插入流道板孔加热时，加热棒与孔间隙愈大，加热效率愈低。间隙取 0.1mm 为宜。

96. 热固性塑料成型的模具温度如何确定？

答：热固性塑料成型时所需模具温度可参照表 11-30 确定。

表 11-30 热固性塑料成型的模具温度 (°C)

塑料名称	模具温度
酚醛塑料	177~199
脲醛塑料	146~154
三聚氰胺甲醛塑料	154~171
聚邻苯二甲酸二烯丙酯	166~177
环氧树脂	177~188

压缩成型时，如果采用固定式模具，一般上模温度要求高于下模温度 5°C 左右。

注射成型时，为了加快反应速度，模具温度应比压缩模高，一般在 170~200°C。

97. 低发泡注射成型模结构有何特点？

答：低发泡塑料注射模和普通注射模在总体结构上基本相似。但从成型方法来看，模具的结构随着成型方法的不同而有所区别。

这类模具材料常选用铝合金和锌合金及易加工的材料，也可以用板材经加工后组合。

1) 用板材加工后组合的低发泡注射模如图 11-65 所示，动模和定模都是用铝板拼合而成。拼块的组合要求严密，不漏水，要有互锁面（即止口），为防止与冷却水通道互相干涉或造成漏水，尽量少用销钉。

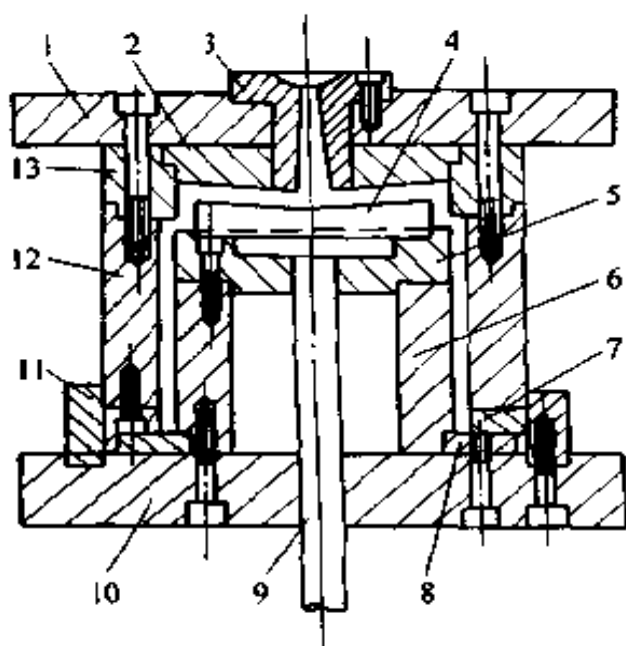


图 11-65 低发泡
注射成型模具

- 1—定模板
2、12、13—组合型腔
3—浇口套 4—型芯
5、6—组合凸模
7、11—定位块 8—垫板
9—顶杆 10—下模板

2) 用整料制作的低发泡注射模如图 11-66 所示, 整个模具由整块铝材经机械加工后制成, 适用于小型塑件。大型模具为了增加强度, 可加一个钢制定位圈, 顶杆及顶出孔套

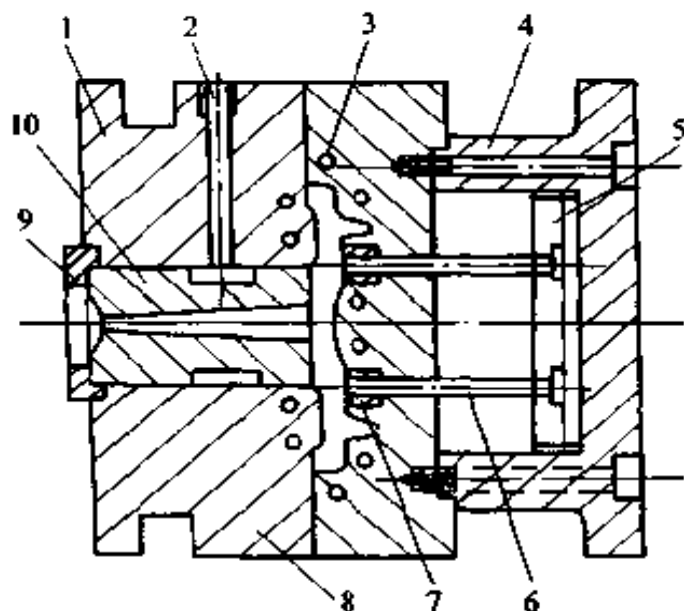


图 11-66 整体低发泡注射模

- 1—定模 2—水道 3—水孔 4—支架 5—顶板 6—顶杆
7—导套 8—板模 9—定位圈 10—浇口套

也可用钢材制作。

98. 不完全注入法成型的塑料模具结构有何特点?

答：不完全注入法成型的塑料模具结构形式如图 11-67 所示。

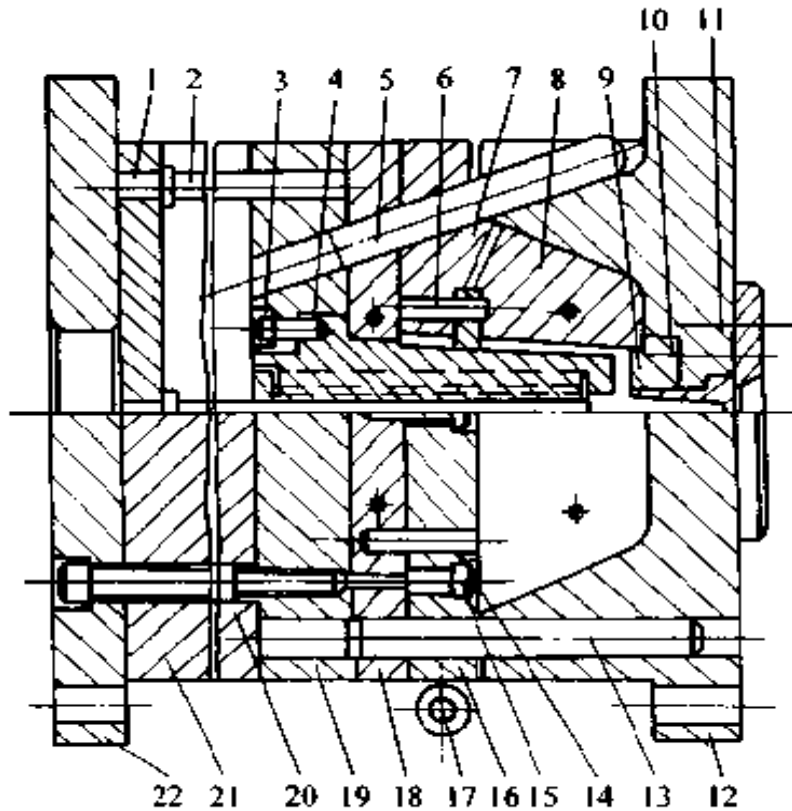


图 11-67 不完全注入法成型的模具

- 1—推板 2—推杆 3、10、11、15、20—螺钉 4、9—型芯
 5—斜销 6—销 7—侧型芯 8—型腔 12—定模板 13—导柱
 14—定位销 16—动模固定板 17—吊环螺钉 18—动模板
 19—垫板 21—支架 22—底板

99. 完全注入法成型的塑料模具结构有何特点?

答：完全注入法成型的塑料模具结构形式如图 11-68。

100. 中空吹塑模具结构有何特点?

答：中空吹塑成型模具结构如图 11-69 所示。这类模具由动模、定模、冷却装置、切口部分和导向部分组成。模具的型腔基本上是对称的两个半模按分型面进行开合。

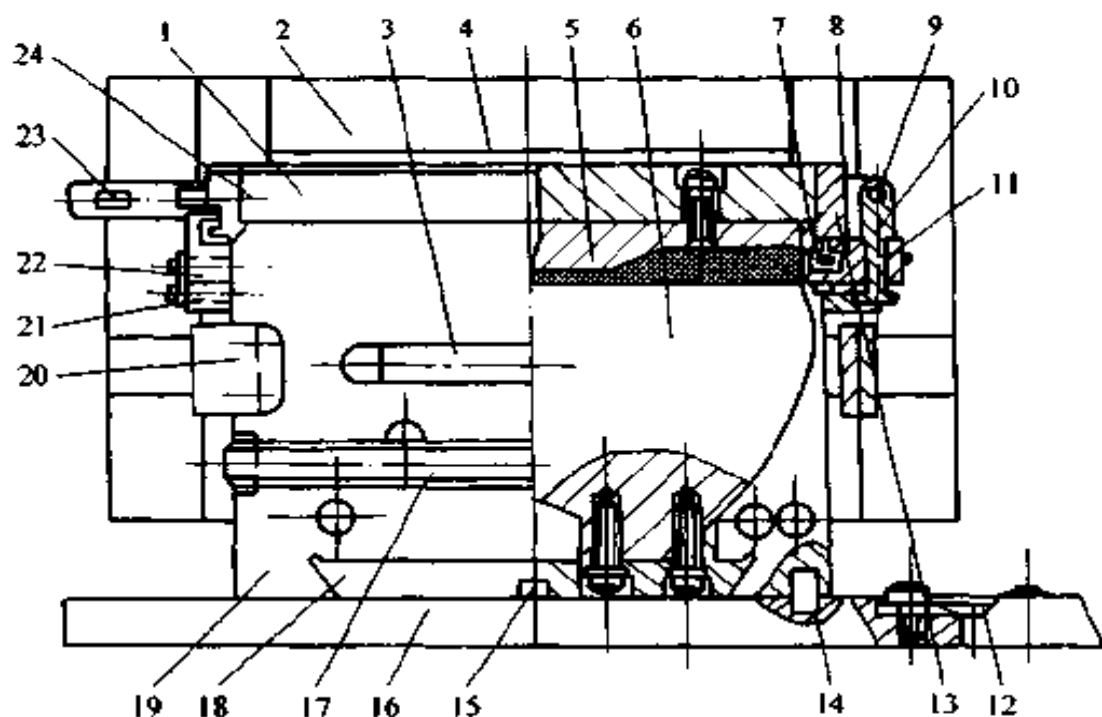
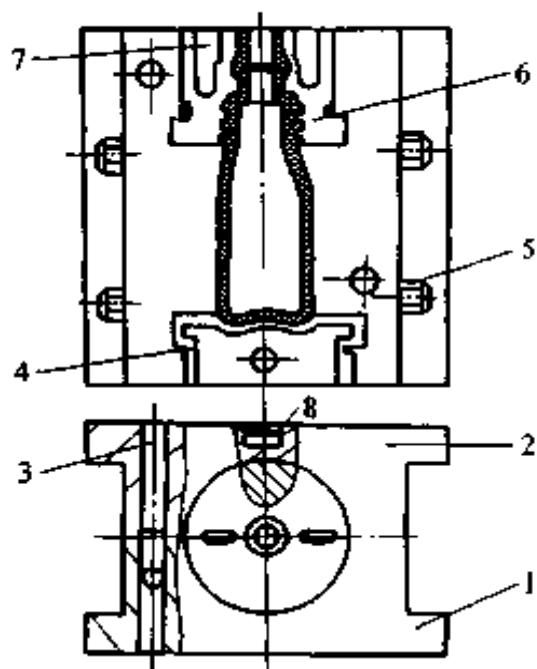
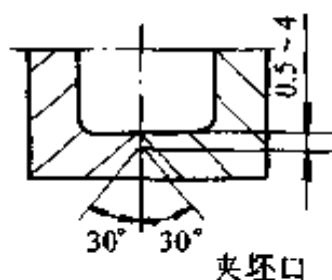


图 11-68 完全注入法成型模具

- 1—凸模板 2—固定压板 3—长键 4—楔块 5—凸模 6—鞋楦
 7—连接块 8—铰页定位块 9—销轴 10—可开铰页口 11—盖板
 12—连接板 13—后部限位楔块 14、15—键 16—底板
 17—拉钩 18—导滑板 19—凹模 20—锁模钩
 21—垫圈 22、24—发泡限位钩 23—手把

图 11-69 中
空吹塑模结
构及夹坯口

- 1—动模
 2—定模
 3—水管
 4—上切口
 5—余料槽
 6—下切口
 7—导柱
 8—螺钉



第十二章 模具常用材料及热处理

1. 什么叫金属的力学性能？它包括哪些内容？

答：在外力作用下，金属材料所表现出来的一系列特性和抵抗破坏的能力称金属的力学性能。

金属的力学性能通常包括强度（有屈服强度 σ_s 、 $\sigma_{0.2}$ 、抗拉强度 σ_b 、抗压强度 σ_{bc} 、抗弯强度 σ_{bb} 等）、硬度（有布氏硬度 HBS、HBW，洛氏硬度 HRA、HRB、HRC，肖氏硬度 HS，维氏硬度 HV，努氏硬度 HK，显微硬度 HM 等）、塑性（有断面收缩率 Ψ 、伸长率 δ_5 和 δ_{10} 等）、韧性（有冲击吸收功 A_K 、冲击韧度 a_K 等）和疲劳强度（有平面应变断裂韧度 K_{IC} 、应力强度因子 K_I 、 K_{II} 、 K_{III} 等）等。

2. 什么叫热处理工艺？其目的是什么？

答：热处理是将固态金属及合金以适当方式进行加热、保温和冷却，获得所需要的组织结构与性能的热加工工艺。从冶金学观点看，热处理过程应伴随有固态相变及扩散。

热处理的目的是不是改变材料的形状，而是通过改变和控制金属材料的组织和性能，来满足工程中对材料的服役性能或加工要求。

3. 热处理工艺分类形式及代号有哪些？

答：按照国标 GB/T12603—1990《金属热处理工艺分类及代号》，热处理工艺分类由基础分类和附加分类组成。基础分类和代号见表 12-1，附加分类是对基础分类中某些工艺的进一步分类。基础分类的代号由四位数字组成，附加

分类则用英文字母表示，如 5131 代表炉中整体加热淬火工艺，5131W 则说明该工艺使用水冷淬火。

表 12-1 热处理工艺分类及代号

工艺总称	代号	工艺类型	代号	工艺名称	代号	加热方法	代号	
热处理	5	整体热处理	1	退火	1	加热炉	1	
				正火	2			
				淬火	3	感应	2	
				淬火和回火	4			
				调质	5			
				稳定化处理	6	火焰	3	
				固溶处理；水韧处理	7			
				固溶处理和时效	8	电阻、激光	4	
		表面热处理	2		表面淬火和回火	1	电阻	4
					物理气相沉积	2		
					化学气相沉积	3	激光	5
					等离子体化学气相沉积	4		
		化学热处理	3		渗碳	1	电子束	6
					碳氮共渗	2		
					渗氮	3		
					氮碳共渗	4	等离子体	7
					渗其他非金属	5		
					渗金属	6	其他	8
					多元共渗	7		
					熔渗	8		

4. 热处理在机械制造中的地位如何？其主要作用是什么？

答：热处理是机械制造中的重要组成部分。它的主要作

用在于改变金属的性能，来满足零件在加工和服役时的要求。选择正确的和先进的热处理工艺，可以充分发挥材料的潜力，提高产品质量和使用寿命，增加机加工效益，降低机加工废品率，降低成本。反之，热处理不当，就可能使材料达不到设计预定的性能，造成早期失效，甚至引起重大事故和生命财产的损失。

在机械制造中，多数零件，特别是重要机械零件，如齿轮、传动轴、轴承、弹簧、工模具等均需进行热处理。通过提高热处理工艺水平来延长零件服役寿命，具有极高的社会效益和巨大的节约效果。

5. 什么叫预备热处理？什么叫最终热处理？热处理通常安排在机械制造过程中的什么位置？

答：热处理与其他加工工艺互为依存并相互制约。从与其他加工工艺的关系看，热处理工艺可分为预备热处理和最终热处理。如图 12-1 所示。

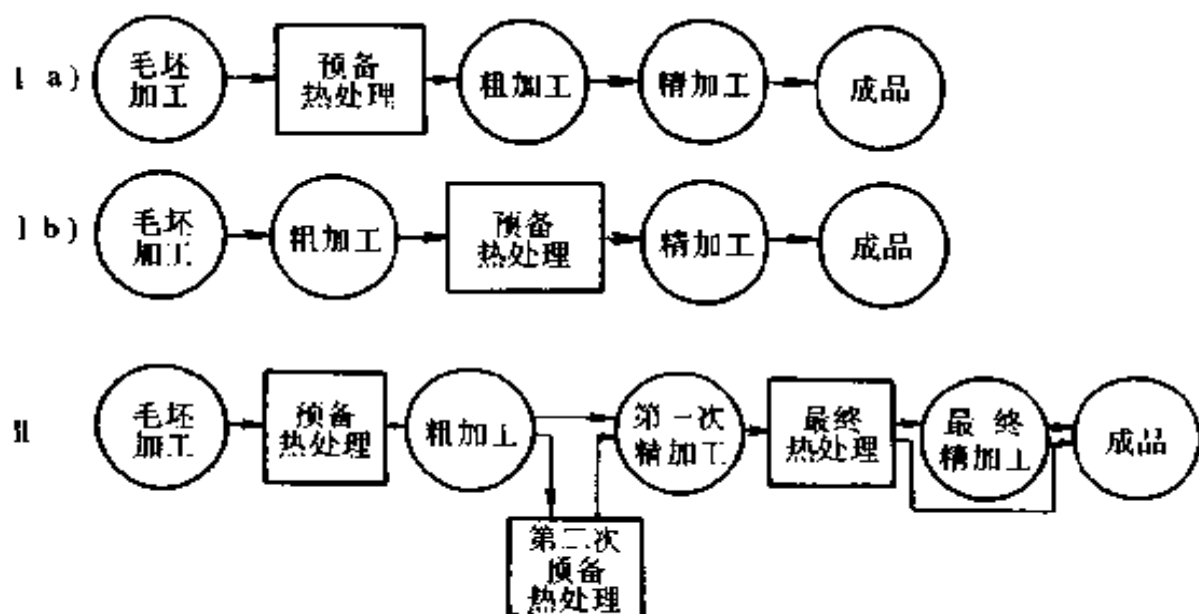


图 12-1 常见的机械制造工艺流程

预备热处理是对毛坯或粗加工件的热处理，常使用退火、正火来消除铸件、锻件、焊接件或轧材的组织缺陷，消除残余应力和加工硬化，改善组织和调整硬度，以利于机械加工，提高加工效率及降低表面粗糙度值。多数铸铁件和一些不重要零件常不需进行最终热处理，如图 12-1 中的流程 I a 和 I b 所示。对要求有一定综合力学性能的零件，常用调质工艺作为预备热处理，精加工后也不再进行最终热处理。在某些情况下，调质是为淬火、渗氮等最终热处理做组织准备。为消除粗加工的加工应力，有时在精加工前进行第二次预备热处理，如低温退火等工艺。

预备热处理对切削速度、刀具寿命和表面粗糙度具有重要影响。正火毛坯比调质毛坯切削后表面粗糙度值要低。通常钢材硬度在 150~250HB 范围内，切削效率较高。

最终热处理常采用淬火和回火、表面淬火、化学热处理等工艺。最终热处理后是否需要最后精加工，要根据零件热处理后能否满足它的精度要求而定。图 12-1 中流程 II 表示最常见的机械零件的加工过程。

最终热处理也影响零件的精加工。热处理不当，除引起淬火裂纹、畸变、尺寸超差而产生废品外，也能造成磨削加工的各种问题。组织中粗大碳化物网，过多的残留奥氏体、表面脱碳或存在较大残余拉应力，均可造成表面磨削裂纹。采用少无氧化脱碳热处理技术，如可控气氛热处理、真空热处理、感应热处理，或零件畸变小的渗氮等化学热处理，可显著减少磨削量。

毛坯和原材料质量对热处理质量也有重要影响。表面脱碳和其他缺陷，原材料中严重的不均匀组织，如碳化物偏析、非金属夹杂等，均可能引起淬火裂纹。

6. 材料的热处理工艺性能包括哪些方面？设计时应注意哪些问题？

答：零件选材和热处理技术条件，通常都要在设计图中给出。除情况简单的或已有前例外，设计师应会同冶金师共同确定。这是一项复杂的工作，除对零件的性能要求外，还需考虑材料的可获得性、加工工艺性和经济性。从热处理工艺的角度，说明其对设计重要和复杂的影响如下：

1) 对力学性能的要求，一般表现在零件图的硬度要求上。在很多情况下，仅规定硬度要求是不够的。应该指出，硬度与强度的大致比例关系，仅适用于组织类型相同的情况。对重要的调质处理件，仅规定回火后硬度是不够的。

2) 热处理技术条件规定的硬度范围要合理，重要零件的硬度范围应该窄些，一般零件则要宽些。不必要或不合理的技术要求，会显著增加热处理的困难和成本。

3) 材料的热处理工艺性能，包括淬透性、开裂敏感性、畸变敏感性、脱碳敏感性和晶粒长大倾向性等，这些都易于被设计师所忽略。目前，国内外已推出根据淬透性选材和预报不同尺寸零件热处理后的力学性能的计算机专家系统，这些软件对设计中正确选择材料和工艺，无疑会有很大帮助。

4) 零件的几何形状设计应考虑工艺要求，应具有良好的热处理结构工艺性。零件形状应尽可能简单和对称，截面尺寸力求均匀，避免尺寸的急剧过渡，最好设有较大圆角，以减少淬火畸变和避免开裂。易于畸变的零件，如长轴、薄板和齿圈等，应尽量采用渗氮等畸变小的低温化学热处理工艺。必须采用渗碳、淬火等工艺时，可考虑使用等温淬火、分级淬火或采用淬火机床等专用设备，以减小畸变。

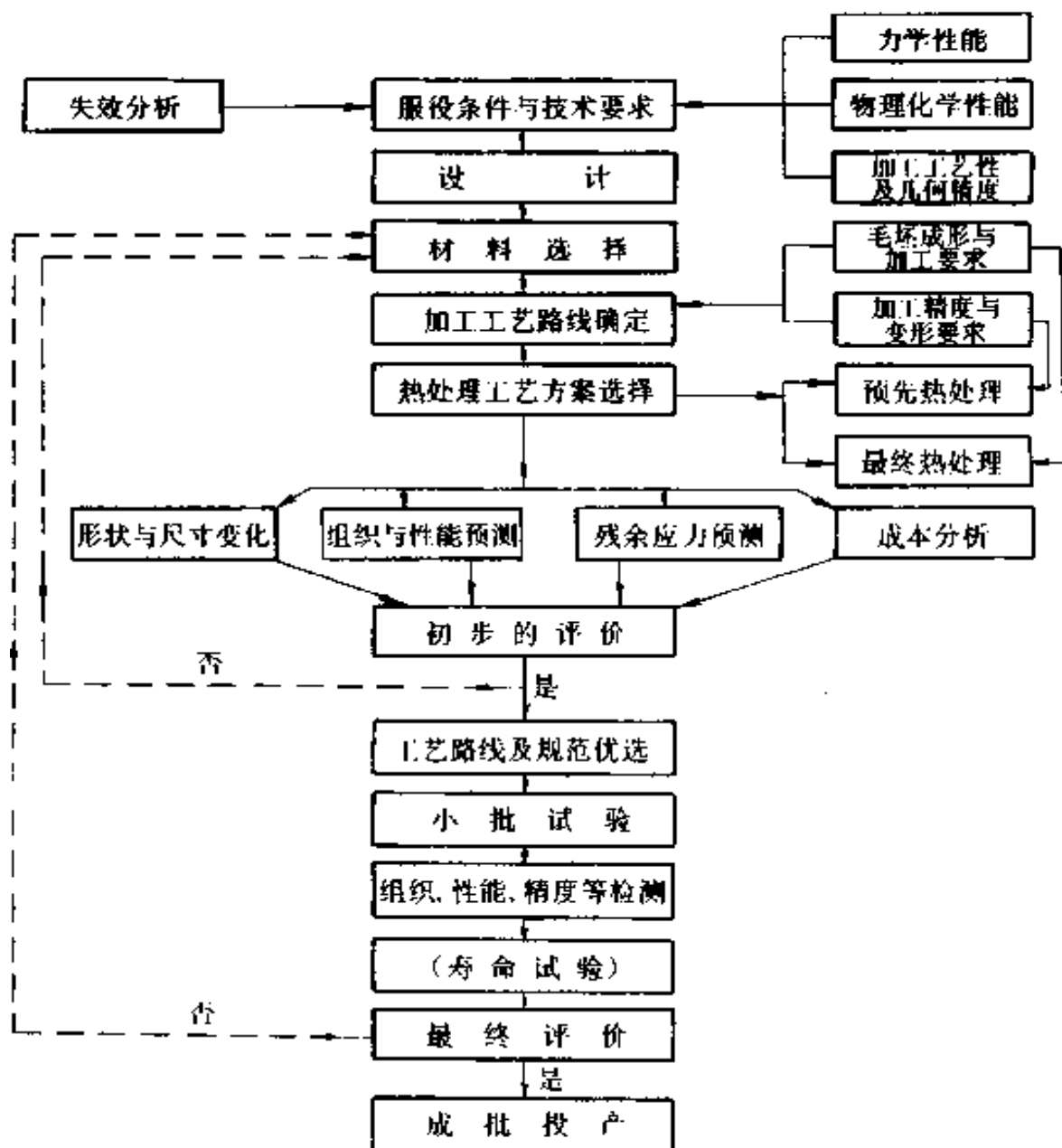


图 12-2 热处理工艺优化设计的典型程序

7. 热处理工艺的优化设计包括哪些程序?

答: 热处理工艺优化设计的基本要求是做到技术和经济的统一, 即在满足对零件的组织 and 性能要求的条件下, 用最少的材料、能源消耗和最高的劳动生产率进行热处理生产。为此, 可通过多种工艺方案进行试验对比, 来确定最佳方案。

由于热处理工艺过程的复杂性，工艺参数和处理后材料性能之间常常不是简单的线性关系，使得试验花费大，周期长。为简化和缩短试验过程，可采用试验分析——正交设计法，对工艺进行优选。利用回归分析等数学方法，建立材料/工艺参数——组织/性能之间的数学模型，再通过计算机进行工艺优化设计，如图 12-2 所示。该图提供了产品（零部件）设计、选择材料和工艺流程，以及工艺规范的优选和最终评价的相互联系。但由于组织—性能—残余应力—尺寸变化之间的预报尚未完全成熟，因此常需配合小批中间试验及寿命试验，来最终确定工艺流程。

8. 热处理表面强化技术有哪些？

答：80 年代，激光、电子束表面硬化和合金化、物理和化学气相沉积等表面强化技术的出现，为材料表面提供了各种优异性能，工业应用日益广泛。这些进展与现代物理学的成就紧密相关，发展迅速。它们与传统的表面强化、化学热处理技术相结合，为设计师提供了广阔的表面强化的选择余地。

9. 热处理技术生产管理系统的的发展方向是什么？

答：热处理设备正向着高效、节能、柔性化和一体化方向发展，并使用微机控制进行生产，从而形成集设备—工艺—自动化—管理四位一体的热处理生产管理系统的新技术领域。其中具有代表性的是统计过程控制（SPC）和适时（JIT）热处理技术，前者使热处理质量获得可靠的保证，后者用来降低成本。

10. 常用碳素工具钢有哪些适合于制造模具？

答：碳素工具钢中有如下牌号材料适合于制造模具：

1) T7、T7A 适合于制造承受振动与冲击载荷、要求较

高韧性的锻模。

2) T8、T8A 适合于制造承受振动与冲击载荷、要求较高韧性和较高硬度的冲头、各种简单模具等。

3) T10、T10A 适合于制造不受突然振动、在刃口上要求有少许韧性的冲模。

11. 常用低合金工具钢有哪些牌号适合于制造模具?

答: 常用低合金工具钢中, 9SiCr 适合于制作冷冲模; 9Mn2V 适合制作冲裁模、塑料模型芯、凸模、型腔板、镶件以及浇口套、拉料杆、分流锥等; CrWMn 适合于制作弯曲模、塑料模零件及形状复杂的冲裁模等。

12. 常用合金模具钢牌号有哪些?

答: 合金模具钢是合金工具钢的一种。根据工作条件不同, 模具钢可分为冷作模具钢和热作模具钢。其新、旧标准对照见表 12-2。

1) 冷作模具钢要求有高的硬度、耐磨性和一定的韧性, 大型的模具还要求有良好的淬透性。

2) 热作模具钢要求有足够的强度、韧性和耐磨性, 及较高的抗热疲劳性和导热性。

此外, 还有无磁模具钢, 塑料模具钢及堆焊模具钢。

表 12-2 常用合金模具钢

标准	新标准 (GB 1299 - 85)	旧标准 (GB 1299 - 77)
代号意义举例	<p>9Mn2V</p> <p>$w_v = 0.10\% \sim 0.25\%$</p> <p>锰元素的最高质量分数(%)</p> <p>锰元素</p> <p>以名义千分数表示的碳的质量分数</p>	

(续)

标准	新标准 (GB 1299 - 85)		旧标准 (GB 1299 - 77)	
牌 号	冷 作 模 具 用 钢	Cr12	Cr12	
		Cr12MoV	Cr12MoV	
Cr12MoV		Cr6WV		
Cr5MoV				
9Mn2		9Mn2V		
9Mn2V		MnCrWV		
CrWMn		CrWMn		
9CrWMn		9CrWMn		
Cr4W2MoV		MnSi		
6Cr4W3Mo2VNb		Cr4W2MoV		
6W6Mo5Cr4V	6W6Mo5Cr4V			
		Cr2Mn2SiWMoV		
热 作 模 具 用 钢	5CrMnMo	5CrMnMo		
	5CrNiMo	5CrNiMo		
	3Cr2W8V	3Cr2W8V		
	5Cr4Mo3Si			
	MnVAI			
	3Cr3Mo3W2V			
	5Cr4W5Mo2V			
	8Cr3	4SiCrV		
	4CrMnSiMoV	8Cr3		
	4Cr3Mo3SiV	5SiMnMoV		
	4Cr5MoSiV	4Cr5MoVSi		
	4Cr5MoSiV1			
	4Cr5W2VSi	4Cr5W2VSi		
无磁模具钢	7Mn15Cr2Al3V2WMo			
塑料模具钢	3Cr2Mo			
		堆焊模具用钢	5Cr4Mo	

13. 常用工具钢退火工艺规范有哪些?

答: 常用工具钢中大部分牌号材料适合于制造模具及零部件。如 T10A、T8A、9Mn2V、9SiCr、CrWMn 等都适合制造冲模及粉末冶金模的部分零部件, 以及塑料模工作零件。

常用工具钢退火工艺规范见表 12-3。

表 12-3 常用工具钢退火工艺规范

钢号	临界点/°C			退火		
	Ac ₁	Ac _m	Ar ₁	加热温度/°C	等温/°C	硬度/HB
T8A	730	—	700	740~760	650~680	≤187
T10A	730	800	700	750~770	680~700	≤197
T12A	730	820	700	750~770	680~700	≤207
9Mn2V	736	765	652	760~780	670~690	≤229
9SiCr	770	870	730	790~810	700~720	197~241
CrWMn	750	940	710	770~790	680~700	207~255
GCr15	745	900	700	790~810	710~720	207~229
Cr12MoV	810	—	760	850~870	720~750	207~255
W18Cr4V	820	—	760	850~880	730~750	207~255
W6Mo5Cr4V2	845~880	—	805~740	850~870	740~750	≤255
5CrMnMo	710	760	650	850~870	~680	197~241
5CrNiMo	710	770	680	850~870	~680	197~241
3Cr2W8V	820	1100	790	850~860	720~740	—

14. 常用工具钢正火工艺规范有哪些?

答: 常用工具钢正火工艺规范见表 12-4。

表 12-4 常用工具钢正火工艺规范

钢 号	临界点/℃			加热温度/℃	硬度/HB
	Ac ₁	Acm	Ar ₁		
T8A	730	—	700	760~780	241~302
T10A	730	800	700	800~850	255~321
T12A	730	820	700	850~870	269~341
9Mn2V	736	765	652	870~880	—
9SiCr	770	870	730	—	—
CrWMn	750	940	710	—	—
GCr15	745	900	700	900~950	270~390
Cr12MoV	810	—	760	—	—
W18Cr4V	820	—	760	—	—
W6Mo5Cr4V2	845~880	—	805~740	—	—
5CrMnMo	710	760	650	—	—
5CrNiMo	710	770	680	—	—
3Cr2W8V	820	1100	790	—	—

15. 常用工模具钢的淬火加热温度如何选择?

答：常用工模具钢的淬火加热温度，属低合金钢的即可大致参照各种钢的淬火温度与淬火钢的组织 and 相成分关系，以及淬火温度与强韧性关系曲线等大量试验资料进行选择，亦可根据与碳钢相同的原则作出选择。常用工模具钢的淬火加热温度见表 12-5。

表 12-5 常用工模具钢的淬火加热温度

类别	钢 号	淬火加热温度/℃	冷却介质	说 明
工 模 具 钢	45	820~840	盐水	
		840~860	碱浴	
	T7~T12	780~800	盐水	
	T7A~T12A	810~830	碱浴、硝盐	

(续)

类别	钢号	淬火加热温度/℃	冷却介质	说明
工 模 具 钢	9Mn2V	780~800 790~810	油 碱浴、硝盐	
	9CrWMn CrWMn	810~830 820~840	油 碱浴、硝盐	
	GCr15	830~850 840~860	油 碱浴、硝盐	取下限温 度为好
	9SiCr 60Si2A	850~870 860~880	油 碱浴、硝盐	
	5CrMnMo	830~850	油	
	5CrNiMo	840~860	油	
	3Cr2W8V	1050~110 1100~1150	油 油	一般热锻模 需二次硬化
	Cr12	960~980 1050~1000	油或硝盐分级 油或硝盐分级	一般冷冲模 要求热硬性
	Cr12MoV	1020~1050 1100~1150	油或硝盐分级 油或硝盐分级	要求热硬性
	W6Mo5- Cr4V2	1000~1100 1180~1220	盐浴分级 盐浴分级	
	W18Cr4V	1000~1100 1260~1280	盐浴分级 盐浴分级	

16. 常用工模具钢在不同介质中淬火时加热时间如何确定?

答: 常用工模具钢在不同介质中淬火时加热时间的常用核定准则见表 12-6。

表 12-6 工模具钢在不同介质中的加热时间

钢种	盐浴炉		空气炉, 可控气氛炉
高速钢	直径 d /mm <8	加热时间/s 12 (850~900℃ 预热)	
	8~20	10	
	20~50	8	
	50~70	7	
	70~100	6	
	100 以上	5	
热锻 模具钢	直径 d /mm 5	加热时间/min 5~8	厚度 < 100 (mm) 20~30 (min) / 25 (mm)
	10	8~10 (800~850℃ 预热)	>100 (mm) 10~20 (min) / 25 (mm)
	20	10~15	
	30	15~20	
	50	20~25	(800~850℃ 预热)
	100	30~40	
冷变形 模具钢	5	5~8 (min)	
	10	8~10 (800~850℃ 预热)	厚度 < 100 (mm) 20~30 (min) / 25 (mm)
	20	10~15	>100 (mm) 10~20 (min) / 25 (mm)
	30	15~20	
	50	20~25	(800~850℃ 预热)
	100	30~40	

(续)

钢种	盐浴炉		空气炉, 可控气氛炉
碳素 工具钢 合金 工具钢	10	5~8 (min)	厚度 < 100 (mm) 20~30 (min) / 25 (mm)
	20	8~10 (500~550℃ 预热)	
	30	10~15	> 100 (mm) 10~20 (min) / 25 (mm)
	50 100	20~25 30~40	(500~550℃ 预热)

17. 模具钢化学热处理常用渗入元素及作用有哪些?

答: 模具钢化学热处理常用渗入元素及作用见表 12-7 所示。

表 12-7 模具钢化学热处理常用渗入元素及其作用

渗入元素	工艺方法	常用钢材	渗层组成	渗层厚度/mm	表面硬度	作用与特点	应用举例
C	渗碳	低碳钢, 低碳合金钢, 热作模具钢	淬火后为碳化物 + 马氏体 + 奥氏体	0.3~1.6	57~63HRC	渗碳淬火后可提高表面硬度、耐磨性、疲劳强度, 能承受重负荷; 处理温度较高, 工件畸变较大	齿轮, 轴, 活塞销, 链条, 万向节, 渗碳轴承
N	渗氮	含铝低合金钢, 中碳含铬低合金钢, $w_{Cr} 5\%$ 的热作模具钢, 铁素体、马氏体、奥氏体不锈钢, 沉淀硬化不锈钢	合金氮化物 + 含氮固溶体	0.1~0.6	560~1100 HV	提高表面硬度、耐磨性、抗咬合性、疲劳强度、抗蚀性(不锈钢例外)以及抗回火软化能力; 硬度、耐磨性比渗碳的高; 渗氮温度低, 工件畸变小, 处理时间长, 渗层脆性大	镗杆, 轴, 量具, 齿轮

(续)

渗入元素	工艺方法	常用钢材	渗层组成	渗层厚度/mm	表面硬度	作用与特点	应用举例
C, N	氮碳共渗	碳钢, 合金钢, 高速钢, 铸铁, 不锈钢, 粉末冶金件	氮碳化合物 + 含氮固溶体	0.007~0.020 0.3~0.5	500~1100HV	提高表面硬度、耐磨性、疲劳强度; 温度低, 工件畸变小, 硬度较渗氮低	齿轮, 轴, 工模具, 液压件
S	渗硫	碳钢, 合金钢, 高速钢	硫化物	0.006~0.08	70~100HV	渗层具有良好的减摩性, 提高零件的抗咬合能力, 可在 200℃ 以下低温进行	工模具, 齿轮, 缸套, 滑动轴等
S, N	硫氮共渗	碳钢, 合金钢, 高速钢	硫化物, 氮化物	硫化物 < 0.01 氮化物 0.01~0.03	300~1200HV	提高抗咬合能力、耐磨性及疲劳强度, 提高高速钢刀具的热硬性和切削能力; 渗层抗蚀性差	工模具, 缸套
S, N, C	硫氮碳共渗	碳钢, 合金钢, 高速钢, 铸铁, 不锈钢	硫化物, 氮碳化合物	硫化物 < 0.01 氮碳化合物 0.01~0.03	600~1200HV	提高抗咬合能力、减摩性、耐磨性及疲劳强度, 提高高速钢刀具的红硬性和切削能力; 渗层抗蚀性差	工模具, 缸套, 阀门, 水泵零件, 曲轴, 主轴, 齿轮, 液压件, 丝杠, 导轨, 不锈钢件
B	渗硼	中、高碳钢, 中、高碳合金钢	硼化物	0.1~0.3	1200~1800HV	渗层硬度高, 抗磨料磨损能力强, 减摩性好, 热硬性高, 抗蚀性有改善; 抗拉强度和韧性下降, 抗压强度提高	冷作模具, 阀门

(续)

渗入元素	工艺方法	常用钢材	渗层组成	渗层厚度/mm	表面硬度	作用与特点	应用举例
Cr	渗铬	低碳钢, 热作模具钢, 镍基合金	铬碳化物, 铁碳化物, 固溶体	低碳钢 0.05~0.15 高碳钢 0.02~0.04	1300~ 1600HV 1750~ 1800HV	渗铬钢的抗蚀性相当于 w_{Cr} 30%的铬钢, 850℃以下有很好的抗氧化性, 常温高湿度下抗大气腐蚀, 显著提高钢的高温持久强度, 渗铬后再调质可显著提高疲劳强度	燃气轮机叶片, 热锻模, 锅炉热交换管
V	渗钒	中碳钢, 高碳钢, 轴承钢, 冷作模具钢	钒碳化物	0.012~ 0.014	2100~ 3300HV	渗钒层较薄, 渗钒后无显著尺寸变化, 工件渗钒后表层硬度大为提高, 显著提高耐磨性, 抗咬合性好	冷锻, 冷挤压等冷作模具
B, Al	硼铝共渗	钢、镍基耐热合金	硼化物, 铝化物, 含铝固溶体	0.07~0.3	1200~ 2300HV	共渗层脆性较渗硼层小, 提高耐磨性、热疲劳、高温氧化、高温硬度、抗剥落能力, 工件共渗后表面粗糙度不变	模具, 环规, 氮设备零件等
Cr, Al, Si	铬铝硅共渗	碳钢, 合金钢, 不锈钢, 耐热钢, 模具钢	铬铁碳化物, 铝化物, 固溶体	0.11~0.15	1000~ 1200HV	碳钢共渗后, 抗硝酸溶液腐蚀, 具钢共渗后可提高高温性能, 镍基共渗后弯曲疲劳强度提高	燃气系统构件, 压铸模, 热处理底板, 坩埚

注: w_{Cr} 为Cr的质量分数。

18. 汽车某些零件渗碳淬火技术要求有哪些?

答: 汽车零件的渗碳淬火技术要求见表 12-8。

表 12-8 某些汽车零件的渗碳淬火技术要求

零件	材料	技术要求		淬火方式
		层深/mm	硬度 HRC	
汽门顶杆	15Cr	1.0~1.4	57~63	渗碳后空冷二次加热淬火
十字头	20MnTiB	1.0~1.5	58~63	渗碳后直接油冷
从动锥齿轮	20MnTiB	1.2~1.6	58~63	渗碳后直接油冷
从动箱第一轴	20CrMnTi	1.1~1.5	58~63	渗碳后直接油冷
滚轮	20CrMnTi	1.2~1.6	58~63	渗碳后直接油冷
球头半轴	12Cr2Ni4A	1.2~1.6	58~63	渗碳后油冷二次加热淬火

19. 模具钢常用渗氮钢种有哪些牌号? 渗氮后主要性能有哪些? 适合于哪些模具?

答: 模具钢常用渗氮钢种及作用见表 12-9。

表 12-9 模具钢常用渗氮钢种及作用

类别	钢号	渗氮后的主要性能	主要用途
模具钢	Cr12, Cr12Mo, Cr12MoV, 3Cr2W8V, 4Cr5MoVSi, 40Cr5W2VSi, 5CrNiMo, 5CrMnMo	耐磨、抗热疲劳、热硬性良好, 有一定的抗冲击疲劳性能	冷冲模, 拉深模, 落料模, 非铁金属压铸模等
工具钢	W18Cr4V, W6Mo5Cr4V2, W18Cr4VCo5	耐磨性及热硬性优良	高速钢铣刀等多种刀具

20. 高精度冷作模具钢氮碳共渗主要参数是多少? 强化效果如何?

答: 高精度冷作模具钢中 Cr12、Cr12MoV 适合于氮碳共渗, 温度为 510~540℃, 时间为 (2~4) h, 其共渗温度

略低于回火温度。强化效果与淬火、回火态相比，模具寿命显著提高。

21. 常用模具钢锻造工艺及锻后冷却方式有哪些？

答：常用模具钢锻造工艺见表 12-10。

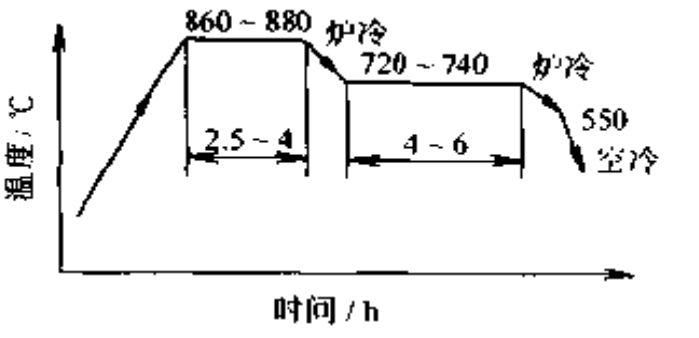
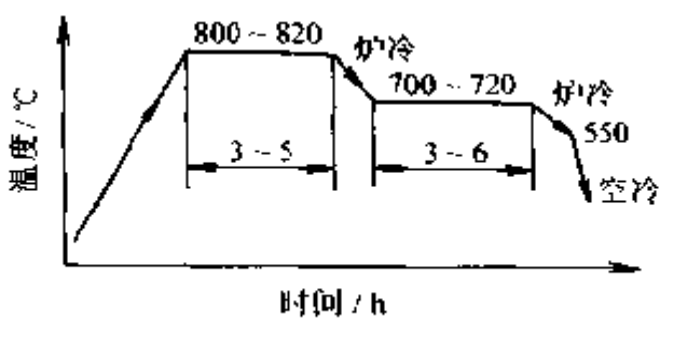
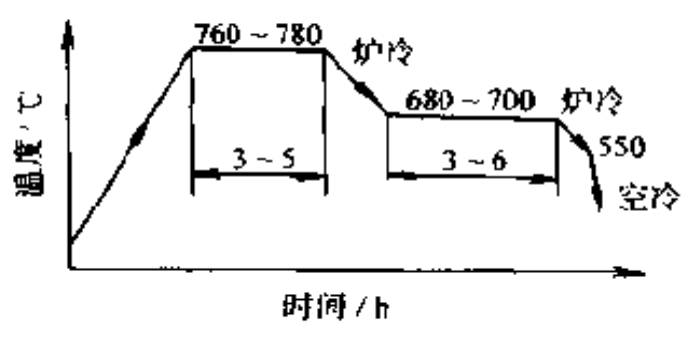
表 12-10 常用模具钢锻造工艺

钢号	锻造温度/℃		锻造方法	锻后冷却方式
	始锻	终锻		
T7~T12, T7A~T12A	1000/1050	800/850	一般采用单件自由锻造, 如需改变流线, 则与高铬钢、高速钢相同	空冷、堆冷 700℃以上空冷, 700℃以下堆冷
GCr15, CrWMn	1050/1100	800/850		
9CrSi, CrMn	1050/1100	800/850		
5CrNiMo	1050/1100	850/900		缓冷或保温 炉内冷却
5CrMnMo				
4Cr2W2Si	1050/1100	850/900		
6CrW2Si	1100/1150	850/900		堆冷或在保温炉内控制冷却
3Cr2W8V				
7Cr3, 8Cr3	1050/1100	850/900		
Cr12	1050/1080	850/920	纵向拔长, 墩粗法 横向拔长, 墩粗法 纵、横向综合拔长, 墩粗法	灰冷、砂坑冷却或保温炉中控制冷却
Cr12MoV	1050/1100	850/900		
W6Mo5Cr4V2	1050/1100	920/950		
W18Cr4V	1100/1150	880/930		
钢结硬质合金 GT-35	1180/1220	850/900	与高铬钢、高速钢相同, 有严重缺陷时需用特殊锻造法	在绝热材料中冷却或炉中控制冷却

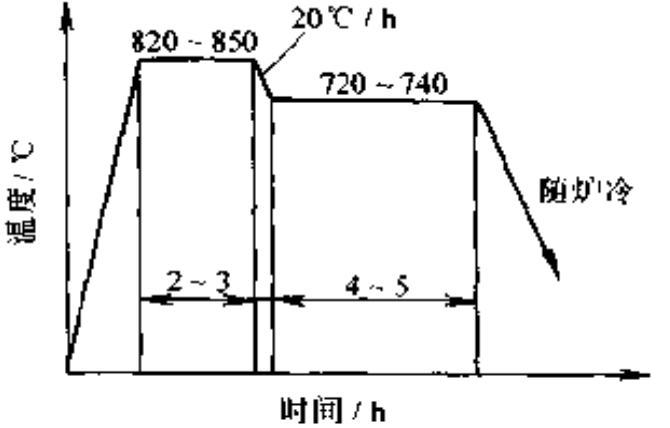
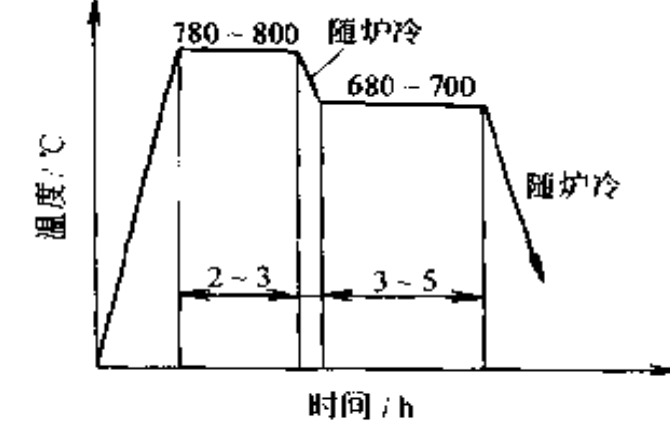
22. 模具毛坯锻后退火工艺有何特点？

答：模具毛坯锻后退火适用钢种及退火工艺特点见表 12-11。

表 12-11 模具毛坯锻后退火工艺

锻件类别	适用的钢种范围	退火工艺
第一类 锻件	Cr12, Cr12MoV, W18Cr4V, W9Cr4V2, W6Mo5Cr4V2, W14Cr4V2, W6Mo5Cr4V2Al, 3Cr2W8V 等	 <p>温度/℃</p> <p>时间/h</p>
第二类 锻件	Cr, GCr15, CrWMn, 9CrWMn, 7Cr3, 8Cr3, 5CrNiMo, 5CrMnMo, 4CrW2Si, 5CrW2Si, 6CrW2Si 等	 <p>温度/℃</p> <p>时间/h</p>
第三类 锻件	T7, T8, T10, T7A, T8A, T10A, 9Mn2V 等	 <p>温度/℃</p> <p>时间/h</p>

(续)

锻件类别	适用的钢种范围	退火工艺
钢结硬质合金	GT-35	 <p>该图展示了GT-35钢结硬质合金的退火工艺曲线。纵轴为温度/°C，横轴为时间/h。曲线分为三个阶段：1. 升温阶段，以20°C/h的速率加热至820~850°C，保温时间为2~3小时；2. 降温阶段，以20°C/h的速率冷却至720~740°C；3. 保温阶段，在720~740°C下保温4~5小时，随后随炉冷却。</p>
	TLMW50	 <p>该图展示了TLMW50钢结硬质合金的退火工艺曲线。纵轴为温度/°C，横轴为时间/h。曲线分为三个阶段：1. 升温阶段，以20°C/h的速率加热至780~800°C，保温时间为2~3小时；2. 降温阶段，以20°C/h的速率冷却至680~700°C；3. 保温阶段，在680~700°C下保温3~5小时，随后随炉冷却。</p>

23. 常用的冷作模具钢材应如何选择？

答：冷作模具如冲剪、冲裁、成形、刻印、冷挤压、冷镦，冷滚压及拉拔等模具的常用模具类别、模具名称，使用条件、推荐使用钢材及工作硬度可参照表 12-12 选择。

表 12-12 冷作模具钢材选用一览表

类别	模具名称	使用条件	推荐使用钢号	代用钢号	工作硬度 (HRC)
冲 剪	直剪刀 (长剪刀)	薄板 (<3mm)	7CrSiMnMoV	T8A、9CrWMn	57~60
		中板 (3~10mm)	9SiCr	T10A、CrWMn	56~58
		厚板 (>10mm)	5CrW2Si	—	52~56
		硅钢片及不锈、 耐热钢薄板	Cr12MoV	—	57~59
	圆剪刀 (圆剪盘剪)	薄板 中板 硅钢片	9SiCr 5CrW2Si Cr12MoV	Cr12MoV — —	57~60 52~56 57~60
成形剪刀	圆钢 (一般) (小型高寿命) 型钢 废钢	T8A	Cr12MoV	54~58	
		6W6Mo5Cr4V 5CrW2Si 5CrMnMo	5CrNiMo	58~60 52~56 48~53	
冲孔凸模	薄板、中板 厚板 奥氏体钢薄板 高强度钢板	T7A	T8A、60Si2Mn	54~58	
		6CrW2Si Cr12MoV 65Nb	6CrW2Si W18Cr4V 6W6Mo5Cr4V	52~56 58~60 58~60	
精冲模 (精切模)		Cr12MoV Cr4W2MoV	Cr12、Cr5Mo1V W6Mo5Cr4V2	61~63(凹模) 60~62(凸模)	
冲 裁 模	轻载冲 裁模 (<2mm)	<0.3mm 软料 箔带	T10A	T8A	56~60(凹模) 37~40(凸模)
		硬料箔带	7CrSiMnMoV	CrWMn	62~64(凹模) 48~52(凸模)
		小批量简单形状 中小批量, 形状复杂 高精度要求	T10A 7CrSiMnMoV	Cr2 9Mn2V	58~62(易脆 断件 56~58)
		大批量生产	Cr2 Cr5Mo1V Cr12MoV Cr5Mo1V	CrWMn 9CrWMn Cr4W2MoV	
	高硅钢片 (小型) (中型) 各种易损小冲头	Cr12 Cr12MoV W6Mo5Cr4V2	Cr12MoV W18Cr4V	59~61	

(续)

类别	模具名称	使用条件	推荐使用钢号	代用钢号	工作硬度 (HRC)
冲裁模	重载冲裁模	中厚钢板及高强度薄板(易损小尺寸凸模)	Cr12MoV	Cr5Mo1V W18Cr4V, V3N	54~56(复杂)
			Cr4W2MoV		56~53(简单)
W6Mo5Cr4V2	53~61				
成形模	轻载拉深模	简单圆筒浅拉深成形浅拉深	T10A	Cr2	60~62
		大批量用落料拉深复合模(普通材料薄板)	Cr5Mo1V	9Mn2V CrWMn	60~62
	Cr12MoV		Cr5Mo1V	53~60	
	重载拉深模	大批量小型拉深模	Ni-Cr合金铸铁	Cr12	60~62
		大批量大、中型拉深模		球墨铸铁	45~50
		耐热钢、不锈钢拉深模	Cr12MoV(大型) 65Nb(小型)	GT35	65~67(渗氮) 64~66
	弯曲、翻边模	轻型简单 简单易裂 轻型复杂 大量生产用 高强度钢板及奥氏体钢板	T10A	9CrWMn	57~60
			T7A		54~56
			CrWMn		57~60
			Cr12MoV		57~60
Cr12MoV			65~67(渗氮)		
大中型弯板机通用模具	互换性要求严格、形状复杂	5CrMnMo	5CrNiMn	42~48	

(续)

类别	模具名称	使用条件	推荐使用钢号	代用钢号	工作硬度 HRC
冷 精 压 模	平面精 压模	有色金属钢件	T10A Cr12MoV	Cr2	59~61 59~61
	刻印精 压模	有色金属 钢件 不锈钢等高强度 材料	9Mn2V 65Nb 6W6Mo5Cr4V 65Nb	9Cr2 Cr12MoV 5CrW2Si	58~60
	立体精 压模	浅型腔 复杂型腔	Cr2 Cr5Mo1V 5CrNiMo 9Cr2	GCr15, 9Cr2 5CrW2Si 5CrMnMo	60~62 56~58 54~56 57~60
冷 挤 压 模	轻载 冷挤模	铝合金(比压 < 1500MPa)	Cr2(小型) 65Nb(中型)	Cr5Mo1V Cr12MoV	60~62 56~58
	重载 冷挤模	钢件(比压 1500~2000MPa) 钢件(比压 2000~2500MPa)	(凸模) Cr12MoV	6W6Mo5Cr4V W6Mo5Cr4V2 65Nb, CrWMn	60~62 58~60
			(凹模) W6Mo5Cr4V2 (凸模)	W18Cr4V	61~63
模 具 型 腔 冷 压 凸 模	一般中、小型大型 复杂件复杂精密件 成批压制用(高比 压 > 2500MPa)	9SiCr	Cr2, T10A	59~61	
		5CrW2Si	Cr5Mo1V	59~61(渗碳)	
		Cr12MoV	6W6Mo5Cr4V	59~61	
		65Nb	W18Cr4V	59~61	
		W6Mo5Cr4V2	Cr12	61~63	

(续)

类别	模具名称	使用条件	推荐使用钢号	代用钢号	工作硬度HRC
冷 墩 模	≥ M8 凹模、 顶墩模、及各 种初冲、光 冲、切刀	简单型腔 复杂型腔	T10A 9Mn2V	9Cr2 —	58~60 58~60
	≤ M8 顶墩 模；凹模：割 料模大规格 切刀；型腔冷 压凸模	精度要求高，淬 火变型小，耐磨 性、抗压性好	Cr12MoV	9SiCr	58~60 56~58 (易断裂件)
	M12~M30 大 型凹模，顶墩 模六方套，六 方凹模，成形 凸模、切边模	强磨损啮合作用 (套) 易断裂件 高综合性能(大 规格顶墩模)	V3N Cr12MoV (软氮化)	9Cr2 9Cr2 (心部) (表面)	57~59 56~58 52~56 62~64
	内外六角凸 模，压凹凸模 十字槽光冲	冲击疲劳载荷 易于断裂 (小规格) (大规格)	60Si2Mn 6W6Mo5Cr4V 65Nb	9SiCr W6Mo5Cr4V2 W18Cr4V Cr5Mo1V	54~58 59~61 59~61 54~57
冷 滚 压 模	搓丝板	≤ M20	9SiCr	Cr12MoV	58~61
	滚丝模及滚 齿纹模	(一般) (螺距>3mm) (梯形螺纹，齿 纹)	Cr12MoV	Cr5Mo1V 9SiCr	58~61 56~58 54~56
	成形滚压模	型材校直辊，无 缝金属管轧辊等	9Cr2	Cr2	61~63
拉拔模	钢管，圆钢冷 拔模	强烈磨损、咬合 及张应力作用特 殊形状规格	T10、Cr2 45 Cr12MoV	Cr12	(碳氮共渗淬火) 61~63 渗硼淬火 40~45心部 61~63表面

24. 研制和应用新型模具钢有哪些？其使用效果如何？

答：采用新的热处理工艺，挖掘现有材料的潜力，对提高模具寿命是有效的，不过也是有限的，特别是加工工艺的发展越来越趋向高温、高压、高速，模具的服役条件更加苛刻，因此要大幅度提高模具寿命，则必须研制和应用新的模具材料。

针对模具的工作条件和已有材料的不足，近年来，已研制了多种新的模具材料，其中以合金钢为主，这些模具钢的特点、应用范围及使用效果见表 12-13。

表 12-13 新型模具钢应用情况

钢号 (代号)	性能特点	应用范围	使用效果
35Cr3Mo3W2V (HM1)	高温强度、热稳定性及热疲劳性都较好	高速、高载、水冷条件下工作的模具	在高速锻锻、热挤压、压铸模具上取得较好效果，寿命提高 2~4 倍
25Cr3Mo3VNb (HM3)	高温韧性及热疲劳性能良好	压力机锻模、锤锻模镶块等小型模块	比用 3Cr2W8V 钢制作的模具寿命提高 1 倍
5Cr4W5Mo2V (RM2)	抗回火稳定性、热稳定性好，强度高，已纳入国家标准	精锻模具	轴承环热锻模、齿轮精锻模具的寿命比用原钢种提高 1 倍以上
50Cr4Mo3SiMnVAI (012Al)	属基体钢，冲击韧度高，高温强度及热稳定性好	高温、大载荷下工作的模具，如高速锻锻机模具	热挤压冲头比 3Cr2W8V 钢提高寿命 3~5 倍

(续)

钢号 (代号)	性能特点	应用范围	使用效果
6Cr4Mo3Ni2WV (CG2)	基体钢, 高温强度和热稳定性好	小型热作模具	热挤压冲头寿命比 3Cr2W8V 钢提高 2~3 倍
4Cr3Mo3W4VTiNb (GR)	高热强性, 高回火稳定性	热作模具	
6Cr4W3Mo2VNb (65Nb)	高的强韧性	冷、热作模具兼用钢	六角螺栓冷墩模寿命达 24 万次, 圆环冷冲模比 Cr12MoV 钢提高 1.5 倍
6W8Cr4VTi (LM1) 6Cr5Mo3W2VSiTi (LM2)	高强韧性, 冲击韧度和断裂韧度在抗压强度与 W18Cr4V 钢相同时, 高于 W18Cr4V 钢	工作在高压、大冲击力下的冷作模具	冷挤活塞销模具比 W18Cr4V 提高寿命 1 倍。冷墩切边模比 Cr12MoV 钢提高寿命 8 倍
7Cr7Mo3V2Si (LD)	高强韧性	大载荷下的冷作模具	冷墩模的寿命可提高 5 倍
7CrSiMnMoV (CH-1)	韧性好, 淬透性高, 可用火焰淬火, 热处理变形小	低强度冷作模具零件	中厚板冲模冲头寿命比 T10A 提高 3~5 倍
8Cr2MnWMoVS (8Cr2S)	预硬化钢, 易切削	精密塑料模、陶瓷模等	陶瓷模、塑料模等模具寿命提高 5 倍以上
70Mn15Cr2AlV2WMo	高强无磁钢, 尺寸稳定性好, 耐热、耐磨	磁性材料成型模, 热成型模	在无磁模具上应用, 效果明显

除了新的模具钢外，新研制的钨钼系含氮超硬高速钢 W12Mo3Cr4V3N、钢结硬质合金（DT）、合金铸铁（如 SMRI-86）、高温合金（如 TZM）等模具材料也取得了较好的应用效果。

25. 模具表面强化处理工艺方法有哪些？

答：模具的失效大多都是发生在模具表面或是由表面开始的，如磨损、腐蚀、龟裂、表面开裂等过程都与模具的表面性能有关。模具材料的选用和强韧化处理更多地着眼于模具的整体性能，表面强化恰恰可作为整体热处理的补充。

已开发的适合于模具表面强化的工艺方法见表 12-14。

表 12-14 模具表面强化方法

工艺类型	强化工艺方法	强化机理	特点、用途
机械	喷丸 挤压	塑性变形和加工硬化	用于冷作模具
热化学	渗金属元素	Cr 的碳化物 V 的碳化物 W 的碳化物 固溶强化 Ti 的碳化物 固溶强化 Nb 的碳化物	抗磨、耐蚀，用于冷、热作模具 抗磨、减摩，用于冷、热作模具 抗磨，用于冷、热作模具 防高温氧化，用于热作模具 增加模具表面硬度 提高表层强度 抗磨，用于冷、热作模具
	渗非金属元素	C N B S N—C N—B S—N—C	C 化物，相变强化 N 的化合物 B 的化合物 S 的化合物 N—C 化合物 N—B 化合物 (S、N、C) 化合物

(续)

工艺类型	强化工艺方法	强化机理	特点、用途
电化学	电镀 电刷镀	硬质层 化合物沉积层	增加模具表面硬度, 减少磨损
激光 (电子束)	相变强化 合金化 熔化、凝固	相变 化合物 相变、非晶	
离子束	离子注入 离子沉积 等离子喷涂	固溶、化合物 化合物 涂层	

26. 冷作模具钢的基本特性对热处理变形倾向有哪些影响?

答:冷作模具的特点是:形状复杂,存在引起应力集中的结构因素;多数用过共析钢或莱氏体钢,碳化物数量较多,且分布不均匀;模具钢淬火组织马氏体有较高的含碳量,体积变化大,塑性较低。这些因素决定了在热处理过程中容易出现常见的变形或开裂等缺陷。

冷作模具钢零件的变形情况主要有翘曲(工件轴线弯曲、扭曲)、畸变(工件轮廓线弯曲或平面凸起或凹入)、尺寸胀缩。影响模具变形不仅是热处理的因素,同时还有其他很多因素。钢的特性对热处理变形的影响见表 12-15。

表 12-15 冷作模具钢的基本特性对热处理变形倾向的影响

序号	钢的特性	特性的变化方向	对变形倾向的影响
1	M _s 点的 位置	高	残留奥氏体少,组织应力占主导,使型腔趋胀
		低	残留奥氏体多,热应力占主导,型腔趋缩

(续)

序号	钢的特性	特性的变化方向	对变形倾向的影响
2	淬透性水平	高	有利于采用缓和的淬火介质, 减少翘曲与畸变
		低	须用强烈淬火介质, 变形大, 难以控制
3	碳化物均匀性	优	各向变形均匀, 减少翘曲的程度
		劣	导致异常变形, 加重翘曲程度及各向胀缩差异
4	各组成相的影响	马氏体增多	导致体积膨胀, 组织应力增大, 减少固溶碳量, 有利于减少变形
		残留奥氏体增多	能补偿马氏体的体积膨胀, 有利于减少变形或实现微变形
		贝氏体增多	有利于减少变形
		碳化物增多	不发生体积变化。含量多而均匀, 有利于微变形
5	回火转变	残留奥氏体分解	残留奥氏体分解, 体积膨胀
		二次硬化	体积显著膨胀
6	塑性变形抗力	热强性高	有利于减少热应力引起的变形
		马氏体转变区强度高	有利于减少组织应力引起的变形

27. 冷作模具热处理常见缺陷产生原因及防止方法有哪些?

答: 为了减小模具变形, 防止淬裂, 应根据模具的形状及尺寸, 技术要求, 以及变形、淬裂的倾向, 选择适宜的钢种与质优的钢材, 并正确进行毛坯备料、锻造及中间热处理, 在此基础上选择合理的热处理规范, 进行正确的热处理操作。

模具热处理常见缺陷、产生原因及防止方法见表12-16。

表 12-16 冷作模具热处理常见缺陷、产生原因及防止方法

缺陷名称	产生原因	防止方法
过热与过烧	<ol style="list-style-type: none"> 1. 钢材混淆 2. 加热温度过高（如仪表失灵、变压器档数过高等） 3. 在高温的加热时间过长 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 预先用火花法鉴别钢材 2. 定期检查仪表与设备，操作时注意炉温测量 3. 严格控制淬火加热规范
脆性大	<ol style="list-style-type: none"> 1. 钢材内在质量（碳化物偏析级别大等） 2. 原始组织粗大 3. 淬火温度过高或保温时间过长 4. 在回火脆性区内回火 5. 回火温度偏低或回火时间不足 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 严格控制钢材内在质量 2. 经适当的预先热处理，改善组织 3. 正确掌握加热温度和加热时间 4. 尽量避免在回火脆性区内回火 5. 选定合适的回火工艺
裂纹	<ol style="list-style-type: none"> 1. 模具形状特殊，厚度不均，带尖角和螺纹孔等 2. 未经中间退火而再次淬火 3. 淬火后未及时回火 4. 回火不足 5. 磨削操作不当 6. 用电火花法加工时，硬化层中存在有高的拉伸应力和显微裂纹 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 堵塞螺纹孔，填补尖角，包扎危险截面和薄壁处采取分级淬火 2. 返修或翻新模具时，须进行退火或高温回火 3. 及时回火 4. 保证回火时间，合金钢应按要求次数回火 5. 选定正确的磨削工艺 6. 改进电火花加工工艺；进行去应力回火；用电解法消除硬化层；经退火或高温回火后，用钳修方法或坐标磨削去除硬化层

(续)

缺陷名称	产生原因	防止方法
硬度低	1. 钢中存在碳化物偏析与聚集 2. 大型模具选用淬透性低的钢种 3. 淬火温度过高（淬火后残留奥氏体过多）加热时间不足 4. 碱浴水分过少 5. 回火温度过高	1. 选择合适的锻造工艺 2. 正确选用钢种 3. 严格控制淬火工艺 4. 控制碱浴水分 5. 选择合适的回火温度
腐蚀	1. 盐浴脱氧不良 2. 硝盐使用温度过高 3. 盐浴加热淬火后未及时清洗	1. 严格进行脱氧 2. 硝盐使用温度应低于500℃ 3. 淬火后及时清洗

28. 冲模工作零件用料及热处理要求有哪些？

答：凸模、凹模、凸凹模常用材料及热处理要求见表12-17。

表 12-17 冲模工作零件用料及热处理要求

模具类型	凸模、凹模、凸凹模 使用条件	选用材料	热处理硬度 (HRC)
冲裁模	冲件厚度 $t \leq 3\text{mm}$, 形状简单, 批量中等	T10A (9Mn2V)	凸模 58~60 凹模 60~62
	冲件厚度 $t \leq 3\text{mm}$ 形状复杂或冲件厚度 $t > 3\text{mm}$	CrWMn, Cr12 Cr12MoV, GCr15	凸模 58~60 凹模 62~62

(续)

模具类型	凸模、凹模、凸凹模 使用条件	选 用 材 料	热处理硬度 (HRC)
冲裁模	要求寿命长	W18Cr4V, Cr4W2MoV W6Mo5Cr4V2	凸模 60~62 凹模 61~63
		GW50	69~72
		YG15, YG20	
	加热冲裁	3Cr2W8V 5CrNiMo 6Cr4Mo3Ni2WV (CG-2)	凸模 48~52 凹模 51~53
弯曲模	一般弯曲	T10A	56~60
	形状复杂, 高耐磨 性	Cr12, Cr12MoV CrWMn	58~62
	要求寿命特长	GW50	64~66
		YG10, YG15	
加热弯曲	5CrNiMo 5CrNiTi	52~56	
拉深模	一般拉深的凸模和 凹模	T10A	凸模 58~62 凹模 60~64
	多工序拉深级进模 的凸模和凹模	Cr12 Cr12MoV	凸模 58~62 凹模 60~64
	要求耐磨的凹模 冲压不锈钢材料用 的拉深凸模	Cr12, Cr12MoV	凹模 62~64
		YG10, YG15	
		W18Cr4V	凸模 62~64
	冲压不锈钢材料用 的拉深凹模	YG8, YG15	
材料拉深时加热, 凸模和凹模	5CrNiMo 5CrNiTi	52~56	

(续)

模具类型	凸模、凹模、凸凹模 使用条件	选 用 材 料	热处理硬度 (HRC)
大型拉 深模	中小批量生产	QT600-3	197~269HB
	大批量生产	镍铬铸铁 钼铬铸铁 钼钒铸铁	40~45 55~60 50~55

29. 常用冷挤压模具材料及热处理要求有哪些?

答: 常用的冷挤压模具材料及热处理要求见表 12-18。

表 12-18 常用的冷挤压模具材料

凸模或凹模		选用材料牌号	硬度 HRC
凸 模		W18Cr4V、Cr12Mo、Cr12MoV、GCr15 W6Mo5Cr4V2、60Si2	62~64
凹 模	铝零件	Cr12Mo、CrWMo、T10A YG8、YG15	62~64
	锌零件	Cr12Mo、CrWMn YG15、YG20	62~64 69~65
	铜零件 钢零件	Cr12Mo、Cr12MoV、CrWMn YG20、YG25	62~64 65

30. 冲模一般零件材料及热处理要求有哪些?

答: 冲模一般零件包括上、下模座、模柄、导柱、导套、固定板、支承板、推杆、顶杆、顶板、导正销、定位销等, 其材料选择及热处理要求见表 12-19。

表 12-19 冲模一般零件的材料和热处理要求

零件名称	选用材料牌号	热 处 理	硬 度 HRC
上、下模座	HT200, HT250	—	
	ZG270-500, ZG310-570	—	
	厚钢板制制的 Q235, Q275	—	

(续)

零件名称	选用材料牌号	热处理	硬度 HRC
模柄	Q275	—	
导柱	20, T10A	20 钢渗碳淬硬	60~62
导套	20, T10A	20 钢渗碳淬硬	57~60
凸、凹模固定板	Q235, Q275	—	
承料板	Q235	—	
卸料板	Q275	—	
导尺	Q275, 45	淬 硬	43~48
挡料销	45, T7A	淬 硬	43~48 (45 钢) 52~56 (T7A)
导正销、定位销	T7, T8	淬 硬	52~56
垫板	45, T8A	淬 硬	43~48 (45 钢) 54~58 (T8A)
螺钉	45	头部淬硬	43~48
销钉	45, T7	淬 硬	43~48 (45 钢) 52~54 (T7)
推杆、顶杆	45	淬 硬	43~48
顶板	45, A5	—	
拉深模压边圈	T8A	淬 硬	54~58
螺母、垫圈、螺塞	Q235	—	
定距侧刃、废料切刀	T8A	淬 硬	53~62
侧刃挡板	T8A	淬 硬	54~58
定位板	45, T8	淬 硬	43~46 (45 钢) 52~56 (T8)
楔块与滑块	T8A, T10A	淬 硬	60~62
弹簧	65Mn, 60SiMnA	淬 硬	40~45

31. 冲模零件表面粗糙度要求各有什么不同?

答：冲模零件不同，表面粗糙度要求也不同，各种零件表面粗糙度值要求见表 12-20。

表 12-20 冲模零件的表面粗糙度

粗糙度代(符)号	主要应用场合
$\sqrt{0.1}$	1. 导柱工作面 2. 抛光的旋转体表面

(续)

粗糙度代(符)号	主要应用场合
	1. 导套工作面 2. 小导柱工作面 3. 抛光的成形面及平面
	1. 冲裁、弯曲、拉深、成形的凸、凹模工作表面 2. 导柱、导套与模座孔的配合表面
	1. 模座上、下平面及与导柱、导套相配合的孔表面 2. 凹模板、凸模固定板、垫板上、下平面 3. 凸模与固定板的配合面 4. 挡料销工作面
	1. 模柄上的配合表面 2. 顶杆、推杆、卸料螺钉杆部表面 3. 模座上、下平面
	冲模零件的非接触表面
	模座上不需机械加工的表面

32. 冲模主要材料的许用应力如何确定?

答: 冲模主要材料根据具体使用场合, 其许用应力可参照表 12-21 选择确定。

表 12-21 冲模主要材料的许用应力

材料名称及牌号	许用应力/MPa			
	拉 深	压 缩	弯 曲	剪 切
Q215、Q235、25	108~147	118~157	127~157	98~137
Q275、40、50	127~157	137~167	167~177	118~147
铸 钢 ZG270-500、ZG310-570	—	108~147	118~147	88~118

(续)

材料名称及牌号	许用应力/MPa			
	拉 深	压 缩	弯 曲	剪 切
铸 铁 HT200、HT250	—	88~137	34~44	25~34
T7A 硬度 54~58HRC	—	539~785	353~490	—
T8A, T10A Cr12MoV、GCr15 硬度 52~60HRC	245	981~1569 ^①	294~490	—
70 硬度 52~60HRC	—	294~392	196~275	—
20 (表面渗碳) 硬度 86~92HS	—	245~294	—	—
65Mn 硬度 43~48HRC	—	—	490~785	—

① 对小直径有导向的凸模此值可取 2000~3000MPa。

33. 压铸模工作零件的材料选用及热处理要求有哪些?

答: 压铸模工作零件的材料选用与热处理要求见表 12-22。

表 12-22 压铸模工作零件的材料选用与热处理要求

零件名称	选 用 材 料	热 处 理 要 求
型腔镶块 型芯 滑块镶块	压铸锌、铅、锡合金: 4Cr5MoSiV1(H13); 3Cr2W8V 5CrNiMo; 4CrW2Si	锻造后完全退火 淬硬 44~48HRC
	压铸铝、镁合金: 4Cr5MoSiV1(H13); 3Cr2W8V 4Cr5Mo2MnVSi (Y10) 3Cr3Mo3VNb (HM ₃)	锻造后完全退火 淬硬 42~46HRC
	压铸铜合金: 3Cr2W8V 3Cr3Mo2MnVNbB (Y4)	锻造后完全退火 淬硬 40~44HRC

(续)

零件名称	选用材料	热处理要求
浇口套 浇口镶块 分流锥	与型腔块同样选择	锻造后完后退火 淬硬 44~48HRC 必要时再进行表面氮化 500~550HV
推杆	4Cr5MoSiV1 (H13); 3Cr2W8V	淬硬 45~50HRC
复位杆、斜销、楔紧块	T8A	淬硬 50~55HRC

34. 锻模模块用钢有哪些?

答: 锻模的工作条件严峻, 要承受反复冲击载荷和冷热交变作用, 产生很高的应力, 热处理或使用不当还会造成早期脆裂或压陷。因此对材料性能要求很高。

主要的锻模模块用钢有三类: 镍铬钼钢, 适于承受冲击载荷; 铬钼钒钢, 抗热疲劳性能好; 钨铬钒钢, 回火稳定性好。这三类钢按顺序回火稳定性增加, 韧性减小。

锻模模块常用钢种见表 12-23。

表 12-23 锻模模块用钢

钢 种	特点及主要用途
5CrNiMo	淬透性、回火稳定性较好, 用于锤锻模、机锻模、螺旋压力机锻模、校正模
4CrMnSiMoV2	淬透性好, 用于中小型锤锻模、螺旋压力机锻模
4Cr2MoVNi	淬透性好, 用于大型锤锻模和 200mm 以上的机锻模
3Cr2WMoVNi	回火稳定性好, 用于 200mm 以下的机锻模
8Cr3	强度高, 多用于平锻模、切边模

此外, 4Cr5MoV1Si 多用于中小型锻模; 45Cr2NiMoVSi 多用于大型锤锻模; 4Cr5W2VSi 多用于镶块; 3Cr2W8V 多用于镶块和顶杆。

35. 锻模模块的热处理硬度如何确定?

答: 锻模模块的热处理要求, 主要取决于锻造设备的类型和模膛形状及大小。机锻模要选用较高的强度和硬度, 锤锻模则较低; 深模膛和大模块要求韧性和淬透性都好, 强度和硬度就选得低些。

锻模模块的热处理硬度可参照表 12-24 选择确定。

表 12-24 锻模模块硬度

锻模种类	模块 (HBS)	模膛表面 (HBS)	燕尾 (HBS)
<2t 锤锻模 一般情况 个别情况		352~388 362~415	302~341
3t、5t 锤锻模		321~362	285~321
5t、10t 锤锻模		311~341	285~321
机锻模	362~415		
螺旋压力机锻模	362~415		
平锻模	362~415		
热切边模	368~415		
热校正模	368~415		

36. 粉末冶金模工作零件材料热处理及技术要求有哪些?

答: 粉末冶金模工作零件材料的热处理及主要技术要求见表 12-25。

表 12-25 工作零件的材料及技术要求

零件名称	选用材料	热处理要求	其它技术要求
凹模芯棒	碳素工具钢: T10A, T12A 合金工具钢: GCr15, Cr12, Cr12Mo, Cr12W, Cr12MoV, 9CrSi, CrWMn, CrW5 高速钢: W18Cr4V, W9Cr4V, W12Cr4V4Mo 硬质合金: 钢结硬质合金, YG15, YG8 (芯棒用硬质合金时, 一般为钢与硬质合金的焊接镶接形式)	钢: 60~63HRC 钢结硬质合金: 64~72HRC 硬质合金: 88~90HRA(钢的细长芯棒可降至 55~58HRC, 带接杆芯棒连接处局部 35~40HRC)	1. 平磨后退磁 2. 粗糙度要求: 工作面: R_a 0.4~0.1 μ m 配合面及定位面: R_a 1.6~0.4 μ m 非配合面: R_a 3.2~1.6 μ m 3. 工作面及配合面公差等级: IT5~IT7
模冲	碳素工具钢: T8A, T10A 合金工具钢: GCr15, Cr12, Cr12Mo, 9CrSi, CrWMn, CrW5	56~60HRC	1. 平磨后退磁 2. 表面粗糙度要求 端面: R_a 0.8~0.4 μ m 配合面: R_a 0.4~0.1 μ m 非配合面: R_a 3.2~0.8 μ m 3. 工作面及配合面公差等级: IT5~IT7

37. 塑料模工作零件的材料选用与热处理要求有哪些?

答: 塑料模工作零件的材料选用与热处理要求见表 12-26。

表 12-26 塑料模工作零件的材料选用与热处理要求

零件名称	钢材选用	热处理要求	说明
型芯、凸模、型腔板、镶件	45	调质 22~26HRC	用于产量不大的热塑性塑料注射模
	Y55CrNiMnMoV (SM1)	预硬硬度 \leq 40HRC	用于有镜面要求的热塑性塑料注射模

(续)

零件名称	钢材选用	热处理要求	说明
型芯、凸模、型腔板、镶件	8Cr2MnWMoVS (8Cr2S) 5CrNiMnMoVSCa (5NiSCa) Y20CrNi3AlMnMo (SM2)	淬硬 40~45HRC	用于形状复杂、精度要求高、产量大的热塑性塑料注射模
	T10A、9Mn2V、CrWMn Cr12、7CrSiMnMoV (CH)	淬硬 46~52HRC	用于热固性塑料模具, 小型芯、镶件等
动、定模座板 上、下模座板 动、定模板 上、下模板 支承板 模套 垫块	45	不进行热处理或调质至 230~270HB	
浇口套、拉料杆、分流锥	T10A、9Mn2V 7CrSiMnMoV(CH)	淬硬 50~55HRC	
导柱、导套、推板导柱、推板导套	20	渗碳淬硬 56~60HRC	
	T8A 7CrSiMnMoV(CH)	淬硬 50~55HRC	
斜销、滑块、锁紧楔	T8A 7CrSiMnMoV(CH)	淬硬 54~58HRC	
推杆、推管	T8A 7CrSiMnMoV(CH)	淬硬 54~58HRC	
复位杆	45	淬硬 43~48HRC	
推杆固定板、推板	45		
加料室、柱塞	T8A 7CrSiMnMoV(CH)	淬硬 50~55HRC	

38. 模具采用新的热处理工艺有哪些?

答: 提高热处理质量, 做到硬度合理、均匀、无氧化、脱碳、消除微型裂纹, 可避免模具的偶然失效。采用新的热处理工艺技术可进一步挖掘材料的潜力, 从而提高模具的正常使用寿命。

1) 组织预处理。在模具热处理之前, 针对不同钢种, 对模具的组织进行均匀化处理, 以便为模具的淬火做好组织上的准备。组织预处理工艺不同于常规(传统)的球化退火工艺, 而是要得到均匀的、细小的片状珠光体+碳化物, 以便在淬火后得到细针状马氏体+碳化物+残留奥氏体的显微组织, 其主要组织马氏体的亚结构为高密度的位错, 抗压强度比正常球化退火提高 1.5 倍, 断裂韧性提高 30%。

2) 高温淬火+高温回火。高温淬火可以使中碳低合金钢获得更多的板条马氏体, 从而提高模具的韧性; 对高合金钢, 可使更多的合金元素溶入奥氏体, 提高淬火组织的抗回火能力和热稳定性, 高温回火又可得到回火索氏体组织, 韧性提高, 这对模具寿命提高有利。高温淬火+高温回火工艺在 3Cr2W8V 中应用得比较成功。

3) 低温淬火。对于高碳工具钢, 低温淬火可以获得更多的板条马氏体, 提高模具的韧性, 防止崩刃, 同时低温淬火可减少模具的变形和淬火裂纹产生, 对提高模具寿命是有利的。

4) 贝氏体等温淬火。贝氏体或者贝氏体+少量回火马氏体具有较高的强度、韧性综合性能, 热处理变形较小, 对要求高强度、高韧性、高塑性的冷冲模、冷挤模具, 可获得较高寿命。

5) 真空热处理。真空热处理具有无氧化脱碳、加热均

匀、可去除气体、变形小等优点。采用真空热处理可改善模具热处理质量，是提高模具寿命的有效的方法。

6) 表面强化。已开发的适合模具表面强化的工艺方法见表 12-14。

39. 模压成形工艺如何根据成形材料选用模具材料?

答：模压成形（冲压成形）工艺是使用对的模具加工处于超塑性状态下的坯料的一种工艺方法。常用于精度要求较高的零件成形。

模压成形法对模具结构有特殊要求，加工困难。其模具材料选用最重要的因素是材料的热强度和热稳定性，可根据成形材料、工作温度的不同参照表 12-27 选用。

表 12-27 常用模压成形模具材料

工作温度/℃	成形材料	模具材料
<300	锌合金	Cr12、Cr12MoV、GCr15、T8、T10
300~500	铝合金、铜合金	5CrMnMo、3Cr2W8V、9CrSi、W18Cr4V、5CrNiMo、W6Mo5Cr4V2、M2
500~800	铝合金、铜合金、钢、钛	GH130、GH33、GH37
800~1000	钛合金、钢、不锈钢、镍合金	K3、K5、K17、K19、GH99、IN100、MAR-M200、TRW-NASA、WA
>1000	镍合金	铜基合金

40. 常用爆炸成形模具材料及适用范围有哪些?

答：常用爆炸成形模具材料，既有铸钢、铸铁、锻造合金钢，又有锌合金等，还有水泥、玻璃钢等非金属材料，适用范围见表 12-28。

表 12-28 爆炸成形模具材料的选用

模具材料	特点	适用范围
锻造合金钢	抗冲击性能好, 尺寸稳定, 成形工件精度高, 表面质量好, 寿命长, 但加工困难, 制造周期长, 成本高	适用于形状非常复杂、尺寸精度要求高、厚度大、强度高而尺寸不大的工件的成形与胀形。批量较大
铸钢	基本同前项, 但冲击能力稍差, 成本稍低于锻钢	适用于形状复杂、尺寸精度要求较高、厚度较大的黑色金属或高强度的非铁金属工件的成形与胀形。批量较大
球墨铸铁	成本低、易于制造、能保证一定的成形尺寸公差, 但抗冲击能力差	适用于一定批量的黑色金属与非铁金属的成形模
锌合金	可反复熔铸、加工方便, 制造周期短、成本低, 但强度低, 受冲击后尺寸容易变化, 成形精度不高, 而且寿命较低	中小型工件、小装药量、精度要求不严格的成形模。单件试制与小批量生产
水泥本体用玻璃钢或环氧树脂衬里	成本低, 容易制造, 不要求模具加工设备, 但抗冲击能力差, 寿命很低	适用于大型、厚度小的工件成形。单件试制与小批量生产

第十三章 模具的制造

1. 模具通常由哪几部分组成?

答: 模具通常由工作部分(凸模、凹模、凸凹模或凹凸模等)、材料定位部分(定位销、导正销、定位板等)、卸料部分(卸料杆、卸料板等)、顶件部分(顶件杆、顶件板等)和模架(含模座、模板、导向件和安装固定件等)组成。

模架是保证模具正常、有效工作的重要部件,其功能是连接与承载。冲裁模具、塑料注射成形模具中所用模架都已制定了标准,因此这类模架应按标准选用,由专业厂(点)组织标准化、专业化生产。模架零件的加工与通用机械零件相同。

2. 模具工作条件及主要技术要求有哪些?

答: 模具因类别不同,其工作条件差异很大,技术要求、加工特点也各不相同。各种模具的工作条件及技术要求见表 13-1。

表 13-1 模具的工作条件及主要技术要求

模具类型	型面受力 /MPa	工作温度 /℃	型面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$	尺寸精度 /mm	硬度 HRC	寿命 ($\times 10^3$ 次)
压铸模	300~500	600(铝合金)	≤ 0.4	0.01	42~48	>70
注塑模	70~150	180~200	≤ 0.4	0.01	35~40	>200
冲模	200~600	室温	<0.8	精密 0.005	58~62	一次刃磨>30
热锻模	300~800	700(表面)	≤ 0.8	0.02	40~48	≥ 10 (机锻)
冷锻模	1000~2500	室温	<0.8	0.01	58~64	>20
粉末冶金模	400~800	室温	<0.4	0.01	58~62	>40

3. 模具工作部分的作用是什么？一般由哪几部分组成？

答：模具工作部分或称模块，是模具型腔的承载体，其功能是赋予制件以一定的形状和尺寸。

模具工作部分一般由动、定模及型芯等组成，许多模具的动、定模表现为凸、

凹模。图 13-1 所示为动、定模形状的示意图。图 13-1a 所示的动、定模为凹—凹模，如锻造模具等；图 13-1b 所示为凸—凹模，如冲裁模等；图 13-1c 所示为另一种凸-凹模，如压铸、注塑、拉深模等。

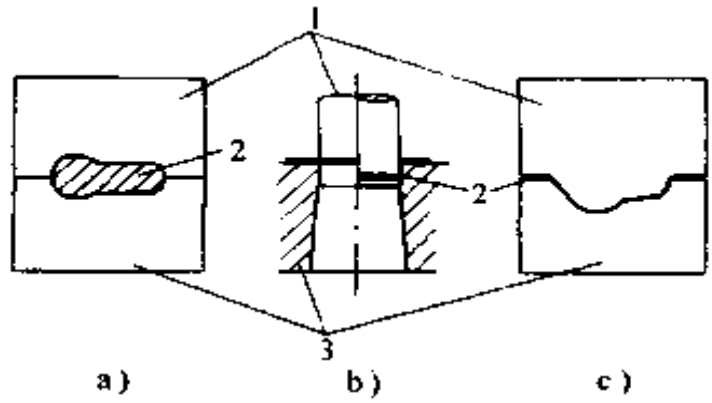


图 13-1 模具工作部分形状示意图

1—动模 2—制件坯料 3—定模

4. 模具工作部分加工有何特点？

答：模具工作部分加工部位分为外形、定位面、分模面、固定孔和型面，其中最具加工特点的是型面。表 13-2 是凸模型面的加工特点，表 13-3 是凹模型面的加工特点。

表 13-2 凸模型面的加工特点

凸模型式	简 图	加工特点
直通式		<ol style="list-style-type: none"> 1. 断面形状复杂, 精度高 2. 硬度高, 热处理后精加工 3. 需加工出锋利刃口, 包括带前角刃口 4. 可沿轴向加工, 也可沿断面轮廓的切向加工

(续)

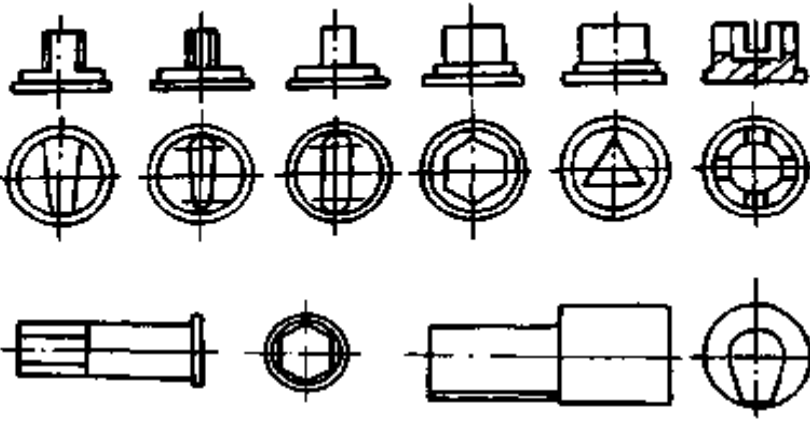
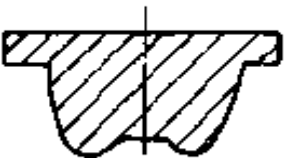
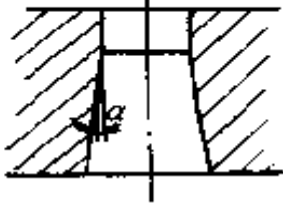

凸模型式	简 图	加工特点
台阶式		<ol style="list-style-type: none"> 1. 工作刃带轮廓尺寸小于固定部分轮廓尺寸, 加工时必须考虑两者轴线平行 2. 硬度高, 精度高, 热处理后进行精加工
曲面式 (三维)		<ol style="list-style-type: none"> 1. 型面为三维曲面, 几何形状精度的保证需与测量手段相结合 2. 定位面要合理选择和精细加工, 以保证与凹模的配合及制件厚度的均匀 3. 需抛光, 并达到低的表面粗糙度值

表 13-3 凹模型面加工特点

凹模型式	简 图	加 工 特 点
贯通式		<ol style="list-style-type: none"> 1. 形状复杂, 精度高, 与凸模形状高度的一致性, 有时需根据凸模配作 2. 高硬度下的精加工 (55HRC 以上) 3. 应保证良好的成形性能, 刃口处要加工出后角
非贯通式 (三维)		<ol style="list-style-type: none"> 1. 工作面形状复杂, 曲面和过渡面多 2. 与凸模形状一致性, 有时需配作 3. 低的表面粗糙度值, 高的硬度

5. 模具制造大致过程有哪些? 采用的主要加工设备有哪些?

答: 模具按其不同的类型和使用目的, 对材料、尺寸精度和热处理后性能等条件提出不同要求。加工时应充分考虑其特点, 采用最合理的方法, 其中优良的加工设备, 是制造精密模具所不可缺少的。

模具制造过程大致为: 备料、外形加工、工作部位加工、热处理、修整和装配等, 各过程所用的主要设备见表 13-4。

表 13-4 模具制造过程及主要加工设备

备料	外形加工	工作部位加工	热处理	修整和装配
锻造设备 设备 切割设备	通用机械加工设备	仿形加工设备 数控加工设备 加工中心 电加工设备 精密加工设备 特种成形设备	各种热处理设备	各种机动、气动、电动等抛磨工具、装配工具及检测仪器

6. 模具制造工艺分哪几类？通过铸造制备毛坯的模具零件大致有几类？

答：模具制造工艺分为两类：一类是保证模具内在质量的加工工艺，即毛坯的制备和零件的热处理（包括表面强化处理）；二是模具零部件几何尺寸的加工工艺。

模具零件的原材料质量，对模具的加工和使用有着很大影响。通过铸造制备毛坯的模具零件大致分两类：

1) 底板、模座、框架零件，如锻造用的切边模座、校正模座、机械压力机模座、冷冲模底板等。

2) 大型拉深模，如汽车覆盖件模具等。

此外，模具毛坯的锻造成形是模具工作部分制坯的重要手段。

7. 模具型面加工工艺有何特点？常见的加工工艺流程有哪些？

答：型面加工是模具制造的关键，它决定着制件的精度、工艺性能和模具寿命。技术难度表现在：异型零件几何形状加工及精度控制，凸凹模型面的高度一致性，凸凹模间隙均匀性等。型面加工工艺流程见表 13-5。

表 13-5 型面加工工艺

模具	零件特点	加 工 工 艺 流 程
凸 模	直通式冲头	1. 简单断面:粗加工→热处理→磨削 2. 复杂断面:粗加工→热处理→磨平面→线切割 3. 精度较低时:粗加工→精加工→真空热处理(或保护气氛热处理)
	台阶式冲头	1. 精度要求高:粗加工→热处理→磨削 2. 精度较低时:粗加工→精加工→真空热处理
	三维凸模	1. 大型零件:粗加工→热处理→精加工→修磨→抛光 2. 小型精密零件:粗加工→热处理→电加工→(或磨削)→抛光
凹 模	贯通式凹模	1. 粗加工→热处理→磨端面→线切割型腔 2. 粗加工→精加工型腔→热处理→磨刃口
	三维曲面凹模 (非贯通式)	1. 粗加工→热处理→电火花加工型腔→抛光 2. 大型零件:粗加工→热处理→精加工→修磨→抛光

8. 冲模的基本结构有何特点?

答:图 13-2 所示是一副较典型的简单冲模,它由上模(图中双点划线以上部分)和下模(图中双点划线以下部分)两部分组成。图中上模部分有模柄 19 和上模座 3、垫板 17、凸模固定板 4、凸模 7、卸料板 15、导套 5、6 等零件,主要靠模柄与压力机的滑块紧固在一起,随滑块上、下往复运动,所以又称活动部分。图中下模部分有下模座 14、导柱 8、9、凹模 13、安全板并兼作导料板 10 等零件,主要通过压板、垫块、螺钉、螺母等零件将下模座压紧固定在压力机工作台上,所以又称固定部分。

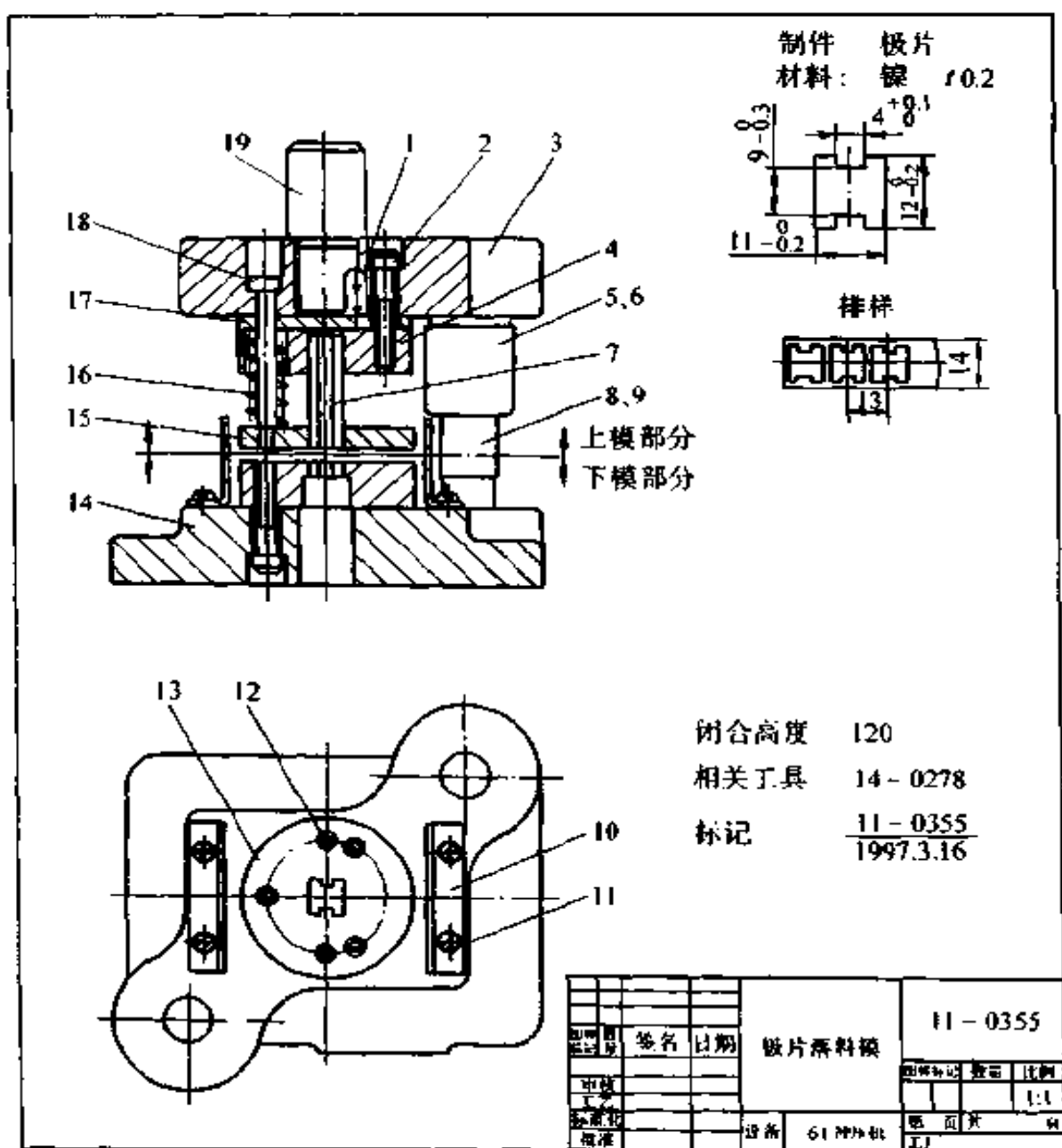


图 13-2 冲模总图

- 1—紧定螺钉 2—螺钉 3—上模座 4—凸模固定板
5、6—导套 7—凸模 8、9—导柱 10—安全板兼导料板
11—螺钉 12—销钉 13—凹模 14—下模座 15—卸料板
16—弹簧 17—垫板 18—螺钉 19—模柄

9. 组成冲模的典型零件有哪些?

答: 不同结构的冲模, 其复杂程度也不同, 组成模具的零件也各有差异, 但典型零件都可以归纳成如下七种:

1) 工作零件。指冲模上直接对毛坯和板料进行冲压加工的零件,如凸模、凹模、凸凹模及组成它们的镶件、拼块等。

2) 定位零件。指用来确定条料或毛坯在冲模中正确位置的零件,如定位销、定位板、挡料销、导正销、导料板、侧刃、限位块等。

3) 压料、卸料零件。指用于压紧条料、毛坯或将制件、废料从模具中推出或卸下的零件,如卸料板、顶杆、顶件块、推杆、推管、推板、废料切刀、压料板、压边圈、托板、弹顶器等。

4) 导向零件。指保证上模相对于下模或凸模相对于凹模正确运动的零件,如导柱、导套、导板、滑块等。

5) 固定零件。指将凸模、凹模固定于上、下模座上以及将上、下模固定于压力机上用于传递工作压力的零件,如上、下模座和凸、凹模固定板及垫板、模柄等。

6) 紧固件及其他零件。指在模具中用于联接固定各个零件或配合其他动作的零件,如螺钉、销钉、弹簧及其他零件。

7) 传动及改变工作运动方向的零件。指在模具中主要用于配合其他运动方向而设置的零件,如侧楔、凸轮、滑块、铰链接头等。

10. 冲裁模设计前应做好哪些准备?

答: 冲裁模设计前应做好如下准备:

(1) 熟悉图样和理解设计意图 在熟悉冲裁件图样和技术要求时,若发现图样上的尺寸公差、形位公差在制造上有困难,要及时同冲裁件设计人员联系,进行修改。对于模具的结构、性能、制造及使用上的问题,模具设计人员也可征求工艺人员和操作者的意见,必要时还可进行交底和会审。

(2) 根据批量对模具选型 模具的结构与批量有关,对

单件小批量或新产品试制，结构要尽量简单，用料也不必考究。只有在批量较大的情况下，模具的结构较复杂，既要求生产率高，又要保证模具寿命长。

(3) 按模具的结构和冲裁力选择压力机

1) 了解压力机闭合高度，即调节螺栓至上限，曲轴处于下限时，滑块端面至压力机工作台之距离。

2) 了解模柄孔的直径尺寸、安装模具柄部的相配尺寸，如不用模柄则为采用滑块压板槽的距离及形状。

3) 了解工作台尺寸，安装模具下模用尺寸。

4) 了解压力机冲裁力。

(4) 模具结构工艺性应符合制造能力 模具结构工艺性应合理，要符合各企业自行制造能力，尽量避免外协，设计上要多采用标准件和外购件，降低制造费用。

11. 冲裁模的设计要素包括哪些方面？

答：冲裁模的设计要素包括以下几方面：

1) 冲裁件的精度及技术要求。设计时，首先考虑模具的结构和形式，要在保证冲裁件精度的前提下，使模具结构简单，制造和维修方便。

2) 操作安全。模具的操作要安全，使用要方便。设计的模具一定要符合安全生产的要求，特别是进料和出料部位，要有良好的安全措施，冲模的安装与拆卸结构也必须方便、可靠。

3) 冲模的选材。模具的材料、种类较多，要根据冲模的不同要求、批量大小、加工设备的能力来考虑。若模具形状适宜、冲裁件批量大，要考虑模具的使用寿命，最好采用硬质合金材料。一般模具要求高硬度和高耐磨性，可选用铬系模具钢。如 Cr12、Cr12MoV、CrWMn。用于热状态下的冲裁模应选用热模钢，如 3Cr2W8V、5CrMnMo。

12. 模具毛坯的选择和要求有哪些?

答: 模具毛坯的形状和特性, 在很大程度上决定着模具制造过程中工序的多少、机械加工的难易、材料消耗量的大小及模具的质量和寿命。因此, 正确选择毛坯具有重要的经济意义。毛坯的选择和要求, 大体上要考虑以下几个方面:

1) 按模具图样的规定选择, 如铸铁模座就只能是铸件、碟形弹簧只能是板料冲裁件、大量的通用紧固件应是外购件等。

2) 按零件的结构形状及尺寸选择, 如圆盘形毛坯直径超过最大圆钢直径, 或台阶轴形毛坯的大外圆和小外圆直径尺寸相差悬殊时, 应该采用锻件。

3) 按生产的批量选择, 如在专业化生产中, 模架和其他一部分模具标准件采用大批量生产方式时, 工艺方法必须作相应的变化, 以提高生产效率和降低加工成本, 此时模锻可代替自由锻, 精密铸造可代替砂型铸造或圆钢坯料, 数控气割、线切割可代替一般气割及其后续的铣刨工序。

4) 对一部分凸模、凹模和凸凹模, 为保证模具质量和使用寿命, 规定采用锻造毛坯, 并对毛坯提出碳化物偏析的技术要求 (这也是模具制造中经常采用的一种工艺措施)。

13. 冲模制造工艺规程的制定及其步骤有哪些?

答: 改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等, 使其成为成品或半成品的过程, 称为工艺过程 (其中包括毛坯制备、机械加工、热处理、表面处理、装配等); 一名 (或一组) 工人, 在一个工作地点, 对一个 (或同时对几个) 工件加工所连续完成的那一部分工艺过程, 称为工序; 在加工表面、切削刀具和切削用量中的转速及进给量均保持不变的情况下, 所连续完成的那一部分工序称为工步。而将完整的、根据图样和技术要求结合具体生产条件拟定的、较为合

理的工艺过程和操作方法，编写成具有法规性质的指导生产的文件，称为工艺规程。

编制工艺规程是生产准备工作的重要内容之一，其水平的高低直接影响成品的质量和成本。为此，编制工艺规程时，应以最低的成本和最高的效率来满足各项技术条件的要求。其中，在工艺方面应全面、可靠和稳定地保证图样中所要求的尺寸精度、形状精度、位置精度、表面质量及其他各项技术要求；在经济性方面应在保证质量的前提下，做到生产成本最低；在生产效益方面，应在保证技术要求的前提下，用尽可能少的工时和尽可能短的周期来完成模具的制造。

工艺规程制定的步骤应符合如图 13-3 所示的工作顺序。

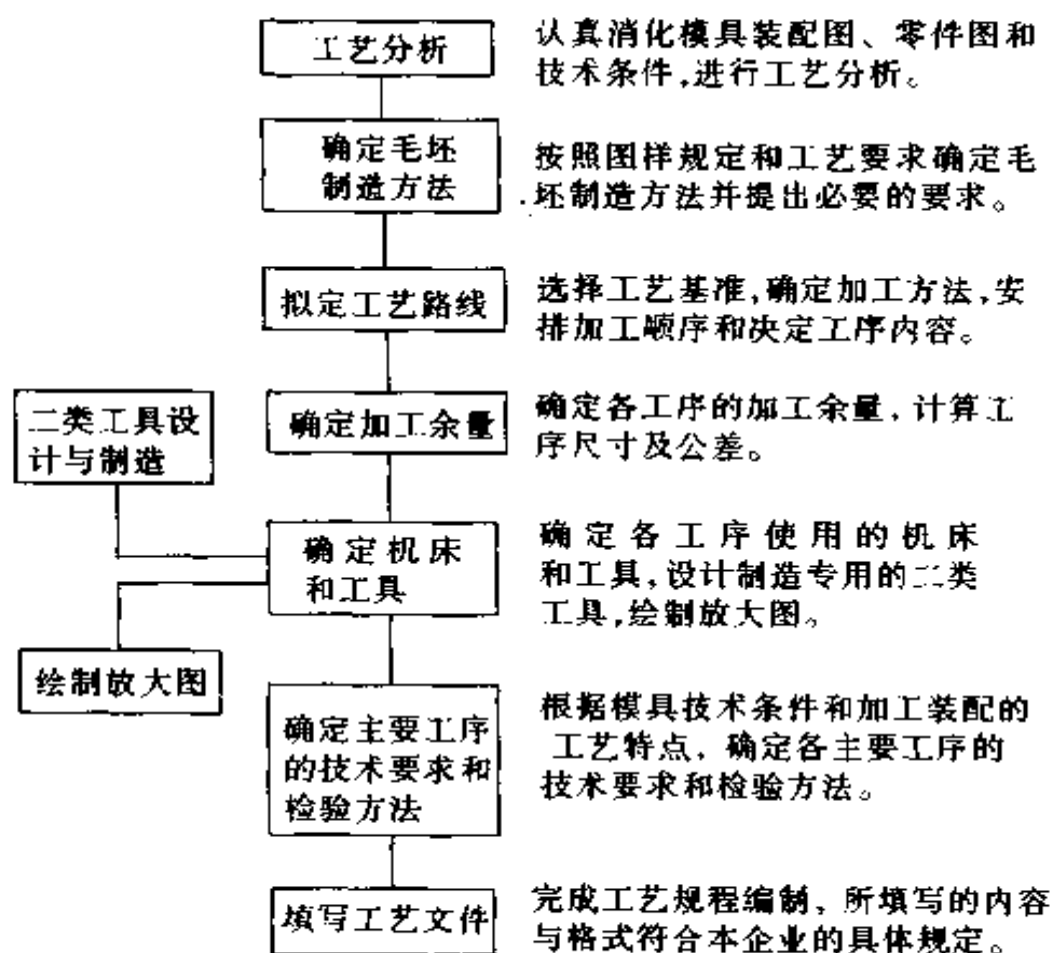


图 13-3 工艺工作顺序

14. 冲模的生产流程包括哪些内容?

答: 冲模的生产流程与设备状况、人员配置及其技术水平等多种因素有关。一般标准规模工厂冲模生产全过程的流程图如图 13-4 所示。

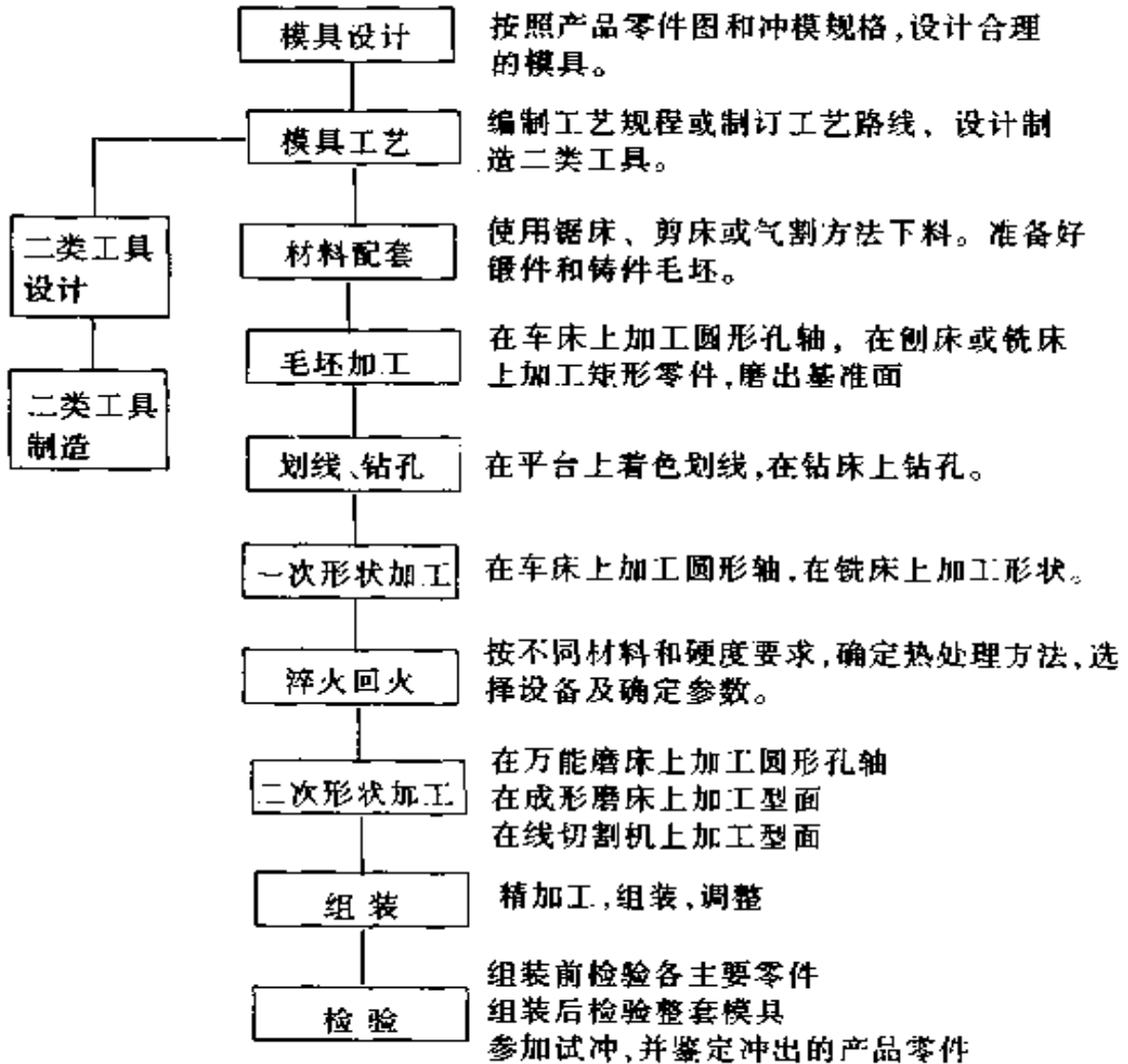


图 13-4 冲模生产流程图

15. 冲裁凹、凸模如何根据生产设备选择配合加工顺序?

答: 冲裁模凹、凸模零件的加工方法,一部分属于模具的基本加工技术,主要表现为机械加工和钳工锉修,应作为经验使用和促其发展;另一部分则将为新技术、新工艺逐步

取代，如电火花加工机床，数控线切割机床以及 CAD、CAM 的多种技术应用等。表 13-6 是根据生产设备选择配合加工的顺序。

表 13-6 根据生产设备选择配合加工的顺序

现有设备	配合加工顺序	加工说明	主要特点
仿形刨床 (刨模机床)	1. 凸模	仿刨、钳工精修、淬硬后抛光	制造凸模比较方便、精度较高，固定板孔容易加工，用于凹模淬火变形较小或凹模精度要求不高的场合
	2. 凹模	按凸模精加工凹模	
成形磨削	1. 凸模	铣削、淬硬后磨削	制造凸模的生产率高、精度高，消除了淬火变形对凸模精度的影响。用于凹模淬火变形较小的场合
	2. 凹模	按凸模来精加工凹模	
电火花加工机床	1. 凹模	固定凹模用的孔加工后淬硬，用精铣或仿刨、钳工精修的电极加工凹模	消除了淬火变形对凹模精度的影响，电极材料比较软，容易加工，用于凹模精度要求高的场合
	2. 凸模	按凹模来精加工凸模	
线切割机床	1. 凹模	固定凹模用的孔加工后淬硬，线切割成形	消除了淬火变形对凹模精度的影响，不需加工电极
	2. 凸模	按凹模来精加工凸模	
仿形刨床和电火花加工机床	1. 电极	仿刨后钳工精修	制造电极和精修凸模都很方便
	2. 凹模	用电极加工凹模	
	3. 凸模	凹模精修仿成的凸模	
成形磨削	凸模、凹模分别加工	凹模采用镶拼结构，内表面就转化成外表面	凸模和凹模的精度都不受淬火变形的影响
缺乏专用加工设备	1. 样冲或样板	钳工精加工样冲或样板	用于精度要求高的落料凹模
	2. 凹模	按照样冲或样板精加工凹模，淬硬后检验凹模精度	
	3. 凸模	按检验合格的凹模精加工凸模	

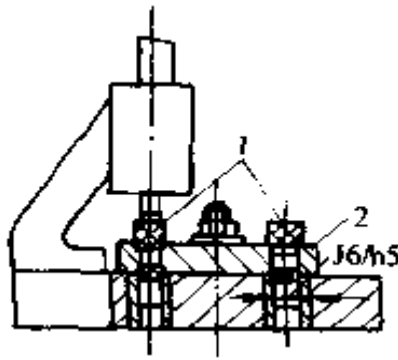
18. 如何用专用镗孔工具加工模座?

答：模座是组成模架的主要零件之一，其平面的加工方法关系到能否保证平行度要求，常用的加工方法按粗加工和精加工进行。粗加工一般采用刨、铣、车等方法加工模座的上、下两平面，并留有精加工余量；精加工一般在平面磨床上对模座的上、下两平面精磨到符合图样的要求。

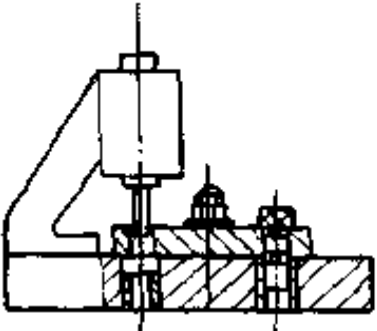
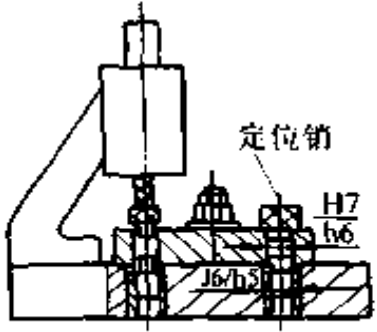
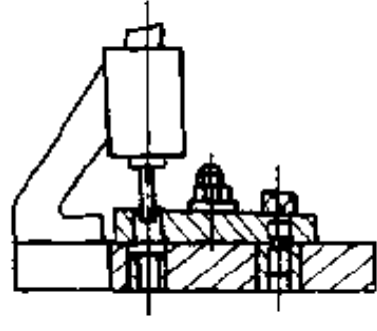
对带有导柱、导套导向的模架，上、下模座的导柱、导套孔的中心距要一致，并且要求孔中心与模座平面保持垂直，孔径尺寸应达到规定的加工要求。目前，最常见的是用双头镗床、铣床或车床加工的方法，也可用摇臂钻、立钻等其他方法加工。加工时，一般将已加工的模座的一平面作为基准，在模座孔的位置预钻孔，并留2~3mm余量，再用专用或通用刀具将孔加工到图样要求的尺寸。

用铣床加工时，采用专用镗孔工具的模座镗孔工艺见表13-9。

表 13-9 用专用镗孔工具的模座镗孔工艺过程

序号	内 容	简 图	说 明
1	工 件 的 定 位 与 装 夹	 <p>1—定位销 2—模座</p>	<p>以镗孔工具底板上的定位孔为基准，用定位销插入模座的预加孔与底板定位孔定位，然后将模座压紧</p>

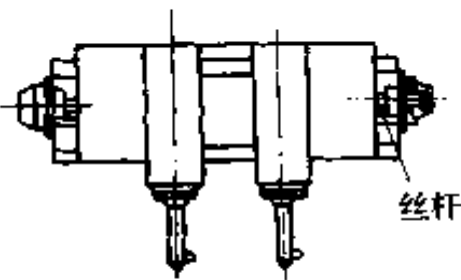
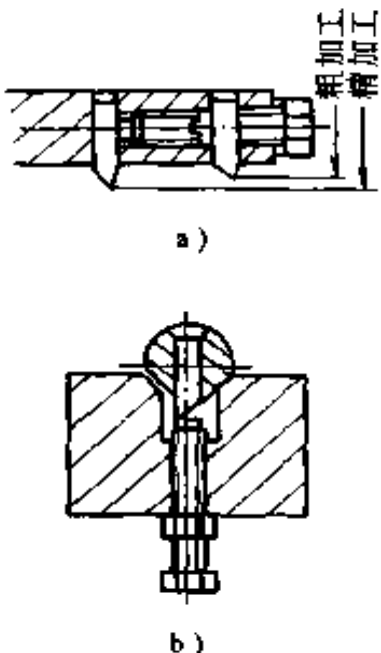
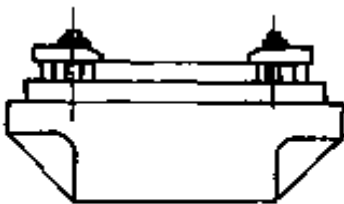
(续)

序号	内容	简图	说明
2	镗第一个孔		取走一个定位销后镗孔
3	工件第二次定位		松开压板，将模座位置改变后，用定位销插入已镗孔及底板孔定位，未镗孔仍用原定位销定位，然后再次将模座压紧
4	镗第二个孔		取出定位销进行镗孔

19. 用立式双轴镗床的模座镗孔工艺过程有何特点?

答: 对于模座上导柱、导套孔, 可根据孔距及精度要求, 采用立式双轴镗床加工, 其工艺过程见表 13-10。

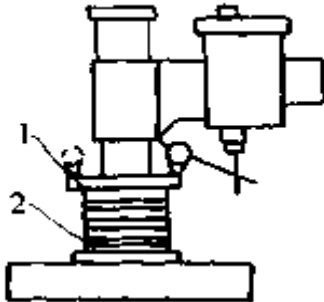
表 13-10 用立式双轴镗床的模座镗孔工艺过程

序号	内容	简图	说明
1	调节两主轴间距离		<p>根据孔距要求, 转动丝杆! 调整主轴头间距离后锁紧在导轨上</p> <p>主轴间距离由标尺粗定位, 量块精调整</p>
2	安装镗刀		<p>镗刀插入刀杆, 用螺钉紧固见图 a。镗刀伸出长度按镗孔尺寸调节, 一般粗镗应镗去余量的 2/3~3/4</p> <p>镗刀伸出长度可用图 b 所示, 对刀工具校对</p>
3	工件装夹及镗孔		<p>用压板将工件(模座)压紧于工作台面上。注意工件与主轴的相对位置, 以保证镗孔余量均匀(在同一批加工中, 可先调整一件后, 安装定位基准), 工件装夹后即可进行镗孔</p>

20. 下模座锥孔常用加工工艺方法有哪些?

答: 对于要求可拆卸的导柱, 常将下模座上的导柱固定孔作成锥孔。锥孔加工时, 常以模座磨光的上下平面为基准。为了保证加工, 锥孔除了在车床上加工以外, 还可以在钻床上钻孔、镗孔后用专用铰刀铰孔, 其加工工艺过程见表 13-11。

表 13-11 用摇臂钻床加工下模座的锥孔工艺过程

序号	内容	简图	说明
1	找正	 <p>1—下模座 2—工作台</p>	<p>将下模座放在工作台上, 千分表装在机床主轴上, 转动摇臂找正下模座平面。下模座的平行度调整可采用垫薄片的方法 (或调整机床可倾斜工作台)</p>
2	钻毛坯孔	—	按划线钻孔, 用小于锥孔小端尺寸 0.5mm 的钻头钻通
3	镗孔	—	镗至大于小头尺寸 0.5~0.6mm, 镗孔是为了保证下工序的铰孔精度
4	铰孔	—	用专用铰刀, 在钻床上铰出锥孔
5	加工第二个锥孔	—	重复上述工序
6	铰沉孔	—	将模具翻面, 铰沉孔

21. 模具导柱和导套一般可采取哪些加工工艺方法?

答: 导柱一般使用 20 钢, 经车床粗加工 (留磨削余量), 热处理 (渗碳层深度 $0.8 \sim 1.2\text{mm}$, 淬硬至 $58 \sim 62\text{HRC}$)、研顶尖孔以及外圆精磨制成。为了进一步提高导柱的尺寸精度和改善表面粗糙度, 也可在外圆磨削后留出余量 $0.01 \sim 0.015\text{mm}$, 再进行研磨。用圆盘式研磨机研磨时, 把导柱装夹在隔板内, 如图 13-5 所示, 并在上下研盘之间作偏心运转, 导柱的运动方向作周期性改变, 使研磨剂分布均匀, 导柱表面形成纵横交错的研磨痕迹, 这种研磨方法的生产率高, 研磨工

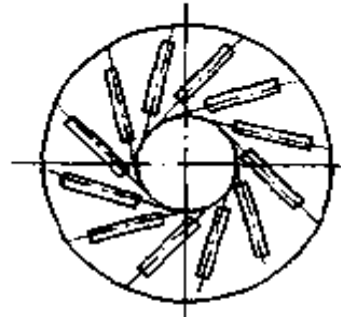


图 13-5 圆盘式导柱研磨机用隔板

具的磨损比较均匀, 适用于导柱的大量生产。若用车床装夹研磨导柱, 常用顶尖和卡箍装夹, 在研磨的表面均匀地涂一层研磨剂, 用如图 13-6 所示研磨环套在导柱上, 用手握住沿导柱轴向往复运

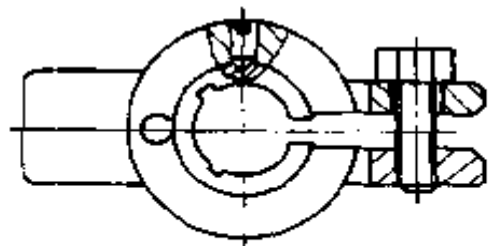


图 13-6 导柱研磨环

动, 导柱在主轴的带动下作圆周运动, 使导柱的外圆得到研磨。此外, 也可用铸铁板研磨导柱的外圆。

导套的加工, 一般是在粗车后留出 0.3mm 的磨削余量, 经热处理 (常用 20 钢渗碳, 深度 $0.8 \sim 1.2\text{mm}$, 淬硬 $58 \sim 62\text{HRC}$) 后进行内、外圆磨削。

由于导套和导柱相配合的尺寸精度要求高, 并且内孔和外圆要同轴, 因而在磨削加工时要先磨好内孔, 再装上心轴磨外圆。若导套和模座的固定采用粘接工艺, 因而外圆的同轴度要求不高, 则导套的外圆可不需要磨削加工。

为提高内孔尺寸精度和改善表面粗糙度而需要研磨时，应在内圆磨削后留出 $0.01 \sim 0.015\text{mm}$ 研磨余量。研磨导套常用立式单轴或双轴研磨机，有时也可在车床上研磨或用珩磨机珩磨。如果在车床上研磨导套，需先将研磨工具夹在车床卡盘上，均匀涂以研磨剂，然后套上导套，用尾座顶尖顶住研磨工具，并调节研磨工具与导套的松紧（以用手转动导套不十分费力为准）。研磨时，由机床带动研磨工具旋转，导套由圆口钳夹住用手工沿研磨工具轴向作往复运动。

22. 钢球保持圈如何加工制造？

答：采用滚珠的滚动导向结构方式（见图 13-7）的模架增加了保持圈和钢球两种零件。其中，钢球是成品件，一般须经挑选，其圆度误差应不大于 0.002mm 。保持圈常用黄铜或硬铝制作，也可用塑料制成。它的上面有几十个用于安装钢球的台阶孔，向内一面的孔径略小于钢球直径，向外一面的孔径略大于钢球直径，以便于钢球放入孔内。加工时按尺寸要求加工第一个孔，再按孔距 L 、角度 α 加工其他各孔。第一排孔

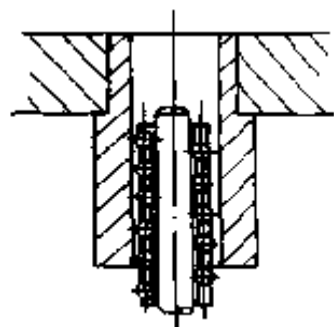


图 13-7 滚珠式导向结构

加工完毕，转一周后回到第一孔，将机床台面按距离 L 移动，分度头转 α' （由于 β 的关系， α' 为第二排第一孔与第一排第一孔的圆心角）角度，再加工第二排孔，依此类推，如图 13-8 所示。孔加工完毕，将钢球放入孔内后，将孔口收小（铆进三点或一圈），使钢球既不掉出，又能灵活转动。为了防止保持圈在收口时变形，可在保持圈内垫衬一根芯模。图 13-9 所示为钢球孔收口情况及收口用工具。

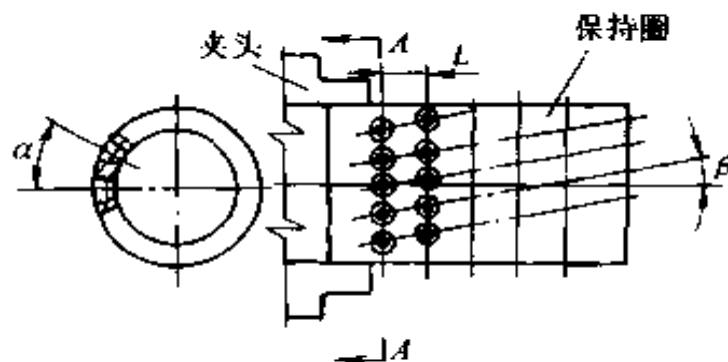


图 13-8 保持圈的装卡

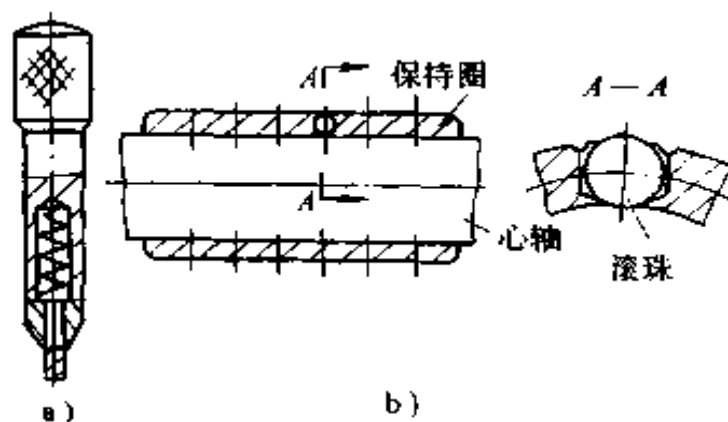


图 13-9 保持圈钢球收口及工具

a) 收口工具 b) 保持圈钢球孔收口

23. 凸模的钳工锉修加工工艺有何特点?

答：圆形凸模的制造比较简单，先在车床上粗加工，经过热处理淬火和低温回火后，用外圆磨床精磨，最后研磨工作表面即成。

非圆形凸模的制造比较困难，在制造时可以采用凹模压印后锉修成型的方法。

压印锉修成型的方法是将未经淬硬、并留有一定锉修余量的凸模垂直放置在已加工完成并经淬硬的凹模上，加以压力，通过凹模刃口的切削与挤压作用，在凸模上压出印痕。

钳工按印痕均匀地锉修四周余量，加工出凸模。

压印锉修加工的方法主要用于成形磨削、电火花加工等方法难以达到配合间隙要求的模具。设备条件较差的工厂，压印锉修加工是制造凸模（或凹模）的主要方法。

压印锉修加工前，先在铣床或刨床上加工凸模毛坯的各面，并在凸模毛坯上划出工作表面的轮廓线。然后，在立式铣床或刨床上按划线加工凸模的工作表面，留压印锉修单边余量 $0.3\sim 0.5\text{mm}$ 。余量不要过大，这样可以减少钳工的工作量；但也不要过小，否则稍有偏移就会使凸模形状不完整。凸模上的尖角和窄槽部分的余量应该小些。

毛坯上铣刀加工不到的部位，留有较大的余量，需要用特形銼子按划线将多余的部分銼去。

压印时，在压印机上将凸模 1 压入已加工好并淬硬的凹模 2 内，如图 13-10 所示。凸模上多余的金属被凹模挤出，在凸模上出现了凹模的印痕，钳工就根据印痕将多余的金属锉去。锉削时，不允许碰到已压光的表面。锉削时留下的余量要均匀，以免再压时发生偏斜。锉去多余的金属后

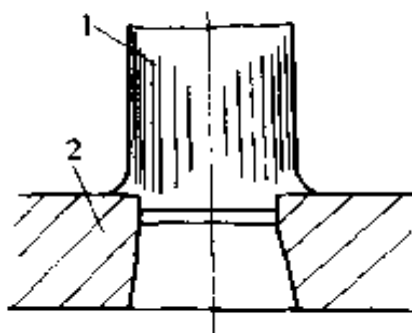


图 13-10 用凹模压印
1—凸模 2—凹模

再压印，再锉削，反复进行，直到凸模工作部分完全锉修到要求的尺寸为止。

为了使压印顺利进行，并保证压印表面的粗糙度要求，首次压印深度要小些（ $0.5\sim 0.8\text{mm}$ ），以后各次的压印深度可适当增大。

为了避免压印时凸模发生歪斜或偏移，可以先加工凸模上外形最简单的部分，并使这部分比其他部分突出 1mm 左

右，如图 13-11 所示。压印时可以用突出部分导向、定位，锉修完毕时，再将导向部分锉去。

压印锉修法适用于无间隙冲模。也可以用来加工较小间隙的冲模，加工时，可先用压印法加工成无间隙，然后钳工通过锉修凸模的工作表面来扩大间隙，使凸模和凹模间达到规定的、均匀的间隙。

用凹模对凸模压印锉修成型的方法，生产率低，对工人技术水平要求较高，但在缺少模具加工设备的情况下（或修配时），仍是模具钳工经常使用的一种加工方法。

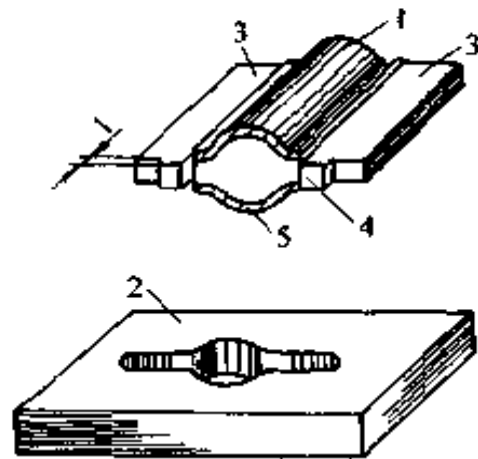


图 13-11 利用导向部分定位压印
1—凸模 2—凹模 3—凸模上的锉修部分 4—导向部分 5—在凸模上的印痕

24. 凹模的钳工锉修加工工艺有何特点？

答：凹模型孔为圆形时，可采用一般孔加工方法，型孔半精加工后进行热处理（淬火或低温回火），然后精磨底面、顶面和型孔。当凹模孔直径小于 5mm 时，可以先进行钻孔和精铰孔，热处理淬火后，研磨型孔。

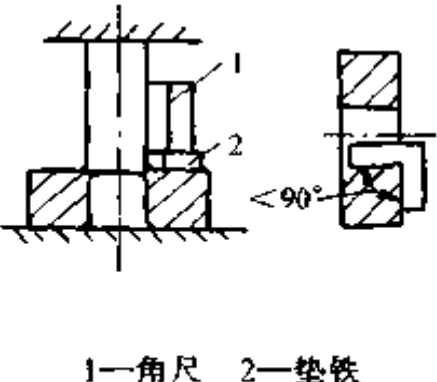
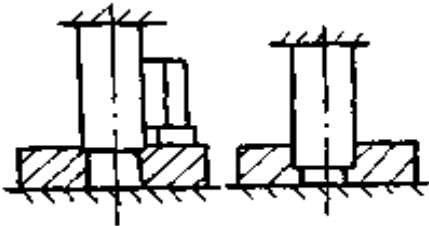
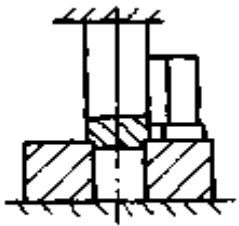
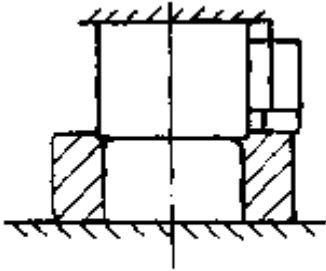
当凹模型孔为非圆形时，凹模的加工也很困难，在粗加工、半精加工后，可用凸模压印锉修凹模的方法。

压印锉修加工方法是利用已加工好的凸模（或专门制造的标准凸模，也称工艺冲头）对凹模进行压印，然后锉修成形。其方法与凸模压印锉修的加工方法基本相同。

单型孔压印方法见表 13-12。

对于多型孔的凹模，其各型孔之间的位置公差可用精密方箱式夹具和量块来保证。

表 13-12 单型孔压印方法

方 法	简 图	说 明
用凸模对凹模压印	 <p>1—角尺 2—垫铁</p>	<p>对于有斜度的凹模刃口，压印后凹模内壁有材料被挤出，边压边锉，最后成形。用特制角尺检查内壁斜度（压印后表面稍有凸起，应锉平）</p> <p>压印过程中用角尺或用精密方铁找正压印凸模垂直度</p>
用凸模对固定板压印光切		<p>固定板孔要求与凸模紧密配合。因此用凸模压印固定板时，要防止锉松。在初步压印后锉去余量，使留约 0.1mm 均匀余量后，可将凸模直接压入光切内壁，达到紧配合的要求</p>
用凹模对凸模压印		<p>将留有余量的、硬度较低的凸模，放在淬硬的凹模面上，用角尺校正冲头垂直度后压印（只需一次压印），压印后按印痕用仿型刨或钳工加工</p>
用压印工艺冲头压印		<p>对于凸凹模间隙较大的冲裁模，或间隙较大的塑压模模框。用放大的压印工艺冲头进行压印</p>

25. 在仿形车床上加工模具有何特点？

答：在普通车床上增加仿形装置或在仿形车床上加工各种带有回转体表面的凸、凹模，主要是依靠靠模样板进行加工，其仿形精度随靠模样板的精度、仿形系统的灵敏程度和操作者的熟练程度而不同。

仿形车削一般用于精加工工序，工件加工后经抛光或淬火、抛光后即可装配使用。

仿形车削加工有机械仿形、电气仿形和液压仿形。

机械仿形包括靠板靠模仿形、刀架靠模仿形和尾座靠模仿形。对于长度较长、精度要求较高的锥体或异形回转体，一般都用靠板靠模加工。刀架靠模仿形是将靠板装在经改装的刀架上，而尾座靠模仿形是将靠模装在尾座上。

电气仿形是通过电气元件将仿形信号放大后，用来控制机械传动部分进行仿形走刀的，完成工件型面的车削加工。

液压仿形加工方法的可靠性较好，其仿形精度和被加工工件的型面质量都较高。液压仿形原理，是在纵向走刀时，仿形销沿靠模样板同时作横向运动，再由仿形阀控制液压缸带动刀架作横向进给，通过车刀按靠模板形状完成工件型面的车削。

采用仿形车削的方法加工凸、凹模工件时，其工艺方法基本相同，即先将工件定位、装夹，然后安装靠模样板，调整基准位置，使靠模板上曲线的基准线与工件的回转轴线平行。在仿形车床上加工凸模或凹模的程序是相同的，只是在加工凸模时用靠模样板型槽的内侧面，加工凹模时用靠模样板型槽的外侧面。靠模样板一般采用3~5mm厚的钢板或硬铝制造，其型面应光滑无滞涩。此外，在仿形车削工序前，必须将毛坯粗车成型，并留有较少的仿形车削余量（一般不

大于 2.5mm)。

26. 如何利用牛头刨床和插床加工模具零件的型面?

答：利用牛头刨床可以对模具零件的外形平面或曲面进行粗加工。对于成形表面，可按划线加工。加斜垫铁后还可加工斜面，用样板刀（成形刀）还可加工成形面、圆角和小圆弧面。

利用插床可以对非圆形凹模进行粗加工。一般按划线加工，通过带分度头的回转工作台可以加工圆弧面，也可以用样板刀加工特形面。

对模具零件大型曲面，在牛头刨床上可以用靠模刨削，不仅可以加工凸模成形表面，也可以加工镶拼结构的凹模成形表面。

图 13-12 所示是牛头刨床上一种简单的靠模装置，可加工出与靠模曲面相反的成形表面。

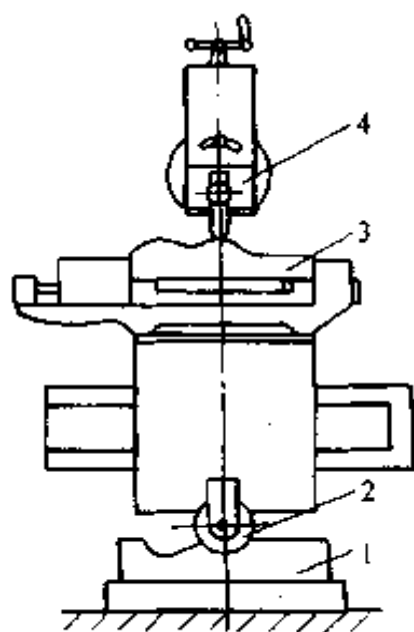


图 13-12 在牛头刨床上用简单靠模加工

1—靠模 2—滚轮 3—工件 4—刀架

在牛头刨床上，还可以安装液压仿形装置、供油系统和靠模，用来加工形状复杂的凸模曲面。图 13-13 是牛头刨床液压仿形刨曲面的原理。

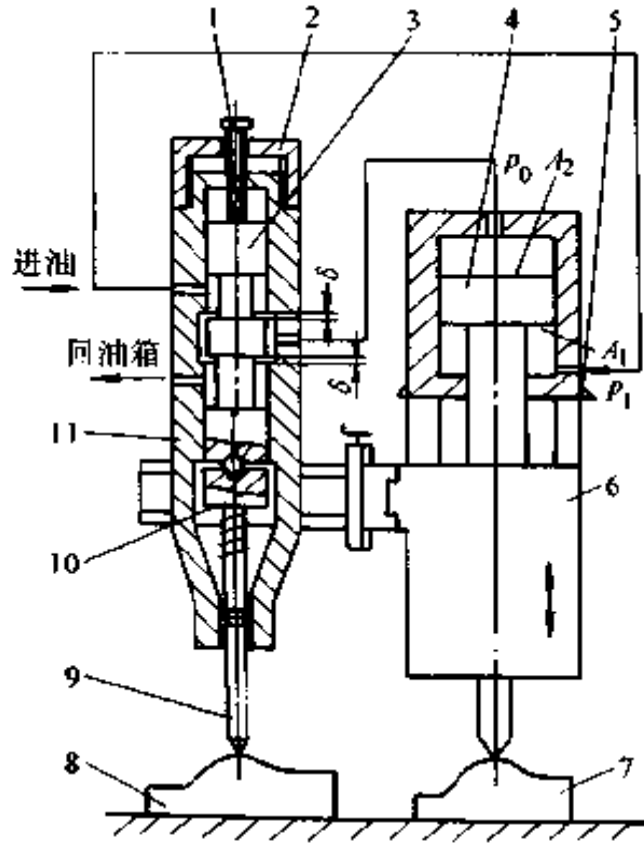


图 13-13 牛头刨床液压仿形刨曲面

1—拉杆 2—螺母 3—滑阀 4—活塞 5—液压缸滑板

6—刀架滑块 7—工件 8—靠模 9—触杆 10—球面摇杆 11—阀体

27. 用仿形刨床加工凸模的加工工艺有何特点？

答：仿形刨床也叫刨模机，它适于加工中小型冷冲模的凸模、凹模、凸凹模等各种复杂形状的外形和内孔，而且在一次定位中加工出的内、外型面可具有较高的相对位置精度。

仿形刨床用于加工圆弧和直线组成的各种形状复杂的凸模时，其加工的尺寸精度达 $\pm 0.02\text{mm}$ ，表面粗糙度可达到

$R_a 3.2 \sim 1.6 \mu\text{m}$ 。

用仿形刨床加工前，凸模毛坯需要在车床、铣床或刨床上进行预加工，并将必要的辅助面（包括凸模端面）磨平，然后在凸模端面上划线，并在铣床上按划线粗加工凸模轮廓，留下单边余量 $0.2 \sim 0.3 \text{mm}$ ，最后用仿形刨床精加工。

如果凹模已经加工好，则可用压印法在凸模上压出印痕，然后，按印痕在仿形刨床上精加工凸模。此时，单边余量可适当加大到 $1 \sim 2 \text{mm}$ 。

图 13-14 所示为仿形刨床加工凸模的示意图。凸模 1 固定在工作台上的卡盘 3 内，刨刀 2 除做垂直的直线运动外，切削到最后时还能摆动，因此能在凸模根部刨出一段圆弧。

仿形刨床的工作台可作纵向（机动或手动）和横向（手动）进给运动。装在工作台上的分度头可使卡盘和凸模旋转，并能控制旋转角度（分度）。利用刨刀的主运动和凸模的纵、横向和旋转进给，就可以加工出各种形状复杂的凸模。

加工圆弧部分时，必须使凸模上的圆弧中心与卡盘中心重合，校正方法是用手摇动分度头 4 的手柄，使凸模旋转，用划针按照凸模上已划出的圆弧线进行校正，并调整凸模的位置，直到圆弧线上各点都与划针重合为止。为了使校正更

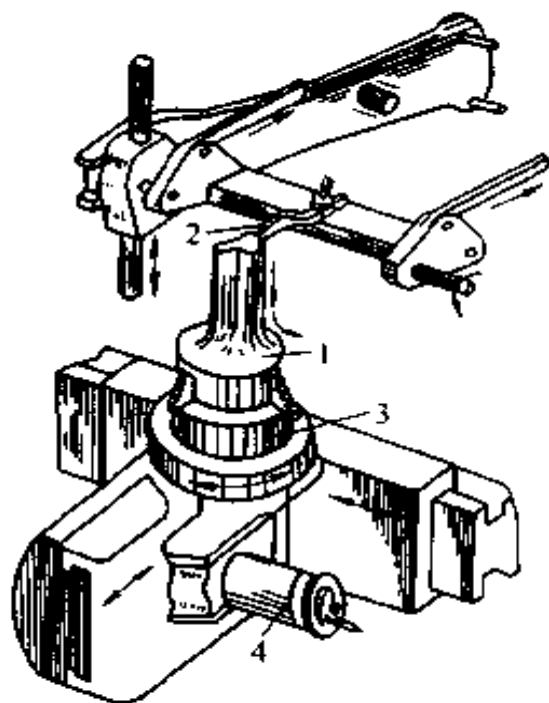


图 13-14 仿形刨床加工凸模示意图

1—凸模 2—刨刀
3—卡盘 4—分度头

精确，可使用仿形刨床附有的 30 倍放大镜来观察划针与圆弧的位置。如果凸模上有几个不同心的圆弧时，就需要进行多次装夹和校正，然后分别加工。

利用仿形刨床加工时，凸模的根部应设计成圆弧形，凸模的装夹部分应设计成圆形和方形（如图 13-15 所示）。这样能增加凸模的刚性，而且凸模固定板的孔也为圆形或方形，便于加工。

经仿形刨床加工的凸模，应与凹模配修。热处理后还需要研磨和抛光工作表面，以满足表面粗糙度的要求，并使凸模和凹模之间的间隙适当而均匀。

仿形刨床加工凸模的生产效率较低，而且凸模的精度还会受到热处理变形的影响，因此，已逐渐被成形磨削所代替。

28. 如何利用仿形刨床加工磁极冲片凸凹模？

答：图 13-16 所示是一磁极冲片凸凹模，加工前，在仿形刨床（刨模机）上划其型面线。

（1）划型面线顺序

- 1) 将弹性划针安装在刀架上。
- 2) 将分度头回转中心与对刀显微镜十字线中心重合。
- 3) 用安装座或三爪自动定心卡盘装夹好工件。
- 4) 对称工件外形尺寸划出 L_1 的中心线。
- 5) 按 R_1 、 R_2 尺寸将工件移至距离回转中心适当处，且使 L_1 的中心线与显微镜十字线重合，然后用压板固定安装座。

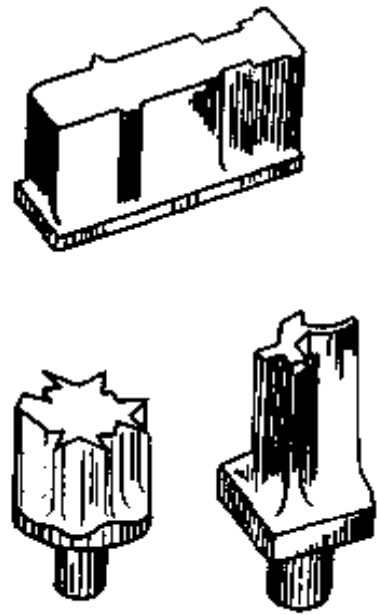


图 13-15 用仿形刨床加工的几种凸模

6) 以 R_1 、 R_2 的中心为起点, 将划针摇出尺寸 R_1 并划 R_1 圆弧线, 摇出尺寸 R_2 并划 R_2 圆弧线。

7) 对称中心线划出 L_1 、 L_2 以及 L_3 、 L_4 , 对称 L_5 、 L_2 划 L_6 方孔, 再划 L_7 、 L_8 、 L_9 缺口。

8) 划出两处 R_3 的中心位置 (以十字线表示)。

9) 松开压板, 移动安装座, 使一个 R_3 的中心与对刀显微镜十字线中心重合, 然后用压板固定安装座。

10) 以十字中心为起点, 将划针摇出尺寸 R_3 并划出 R_3 圆弧线。

11) 用同样的方法划好另一处 R_3 圆弧线。

12) 用显微镜十字线找正划出两处斜肩, 一端保持尺寸 L_4 , 另一端与 R_3 相切。至此, 划线完毕。

(2) 刨床上使用专用刀杆

1) 如图 13-17 所示是刨刀及其专用刀杆, 其尾部利用专用卡箍与刀架牢固相连, 前端开有与刨刀外形尺寸相同的矩形孔, 装入刨刀后用止动螺钉压紧。

2) 如图 13-18 所示是插刀及其专用刀杆, 其尾部也利用专用卡箍与刀架相连, 前端开一近似垂直的矩形孔, 装入

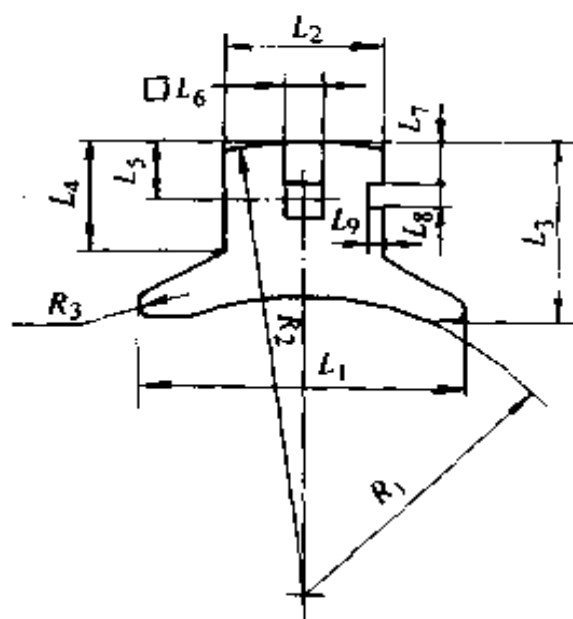


图 13-16 磁极冲片凸凹模

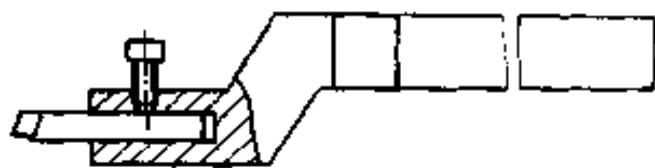


图 13-17 刨刀及其专用刀杆

插刀后用止动螺钉压紧。插刀一般不磨后角，而是借 A 面上的斜面（约 6° ）自然形成后角。

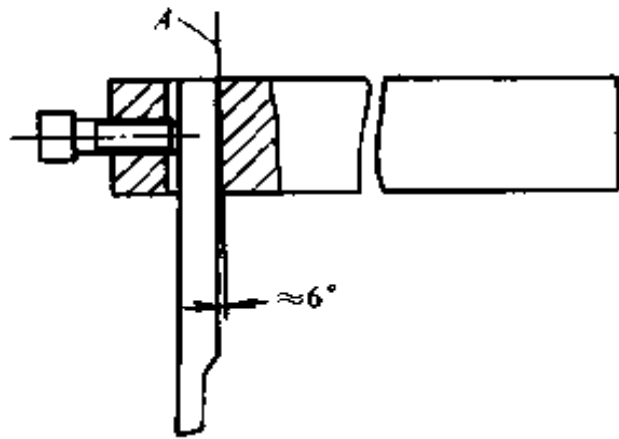


图 13-18 插刀及其专用刀杆

(3) 加工工艺过程

1) 用牛头刨床按工件最大外形刨六面。

2) 用平面磨床磨上下两面。

3) 用仿形刨床上划针在端面上划外形及方孔线。

4) 用工具铣床去除外形及孔的余量，每面仍留 $1 \sim 1.5\text{mm}$ 余量，扩大方孔后部，保持刃口长度。

5) 调质处理达 $28 \sim 32\text{HRC}$ 。

6) 用平面磨床磨上、下两面。

7) 仿形刨床上划线，刨外形，插方孔，按最大实体尺寸每面留研磨余量 $0.02 \sim 0.03\text{mm}$ ，表面粗糙度值达 $R_a 1.6 \sim 3.2\mu\text{m}$ 。

8) 钳工研磨型面和方孔，按最大实体尺寸每面留研磨余量 $0.01 \sim 0.015\text{mm}$ ，用放大图检验型面。

9) 淬火、回火达 $58 \sim 62\text{HRC}$ ，记录实际硬度值。

10) 用平面磨床磨上、下两面及配入固定板尺寸。

11) 钳工按图样要求研修型面和方孔。

需要注意的是：加工外形的 R_1 、 R_2 和 R_3 时，都应将该圆弧的中心调整到与分度头回转中心重合时再转动分度头进给，这样加工可得到较好的表面质量。型面上的直线和圆弧线段，应尽量采用自动进给，只有在靠近直线和圆弧的切点处才改用手动进给。插小孔，一般都是手动进给，而公差

较小的槽口则常以定值刀具保证，因为在对刀显微镜下将定值刀具的刀刃对正槽口的划线是很方便的。

29. 如何利用坐标镗床加工模具孔系？

答：在多凸模的冲裁模中，凹模往往有一系列圆孔，各圆孔的尺寸及圆孔之间的相对位置都有较高的精度要求，这些孔称为孔系。孔系通常在坐标镗床上加工。

坐标镗床是一种精密机床，它能使用直角坐标或极坐标准确定位，并进行高精度的镗孔加工。可以在坐标镗床上进行加工的各类冷冲模零件有导柱及导套安装孔、多孔凹模上的圆形孔、型孔的定位基准孔、各种定位孔和各种工艺孔。此外，还可以进行锥面加工，整体工件上圆形凸起的外形精铣和精密测量工作等，也可作为坐标磨削的预备工序完成半精加工。

准备在坐标镗床上加工的冲模零件，应预先磨好安装面和工艺基准面，其平行度、垂直度允差一般应在 $100\text{mm}/0.01\text{mm}$ 以内，表面粗糙度值 R_a 不大于 $1.6\mu\text{m}$ ，并在镗削加工前将工件放在坐标镗床的恒温室内定温 12h 以上（以减

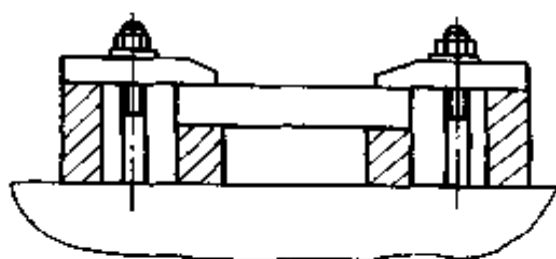


图 13-19 镗孔时工件的装夹

少温度变化对尺寸精度的影响)。然后，按图 13-19 所示在工件下垫上等高垫块，用千分表找正基准面后将压板压紧，并使用光学显微镜或千分表式中心测定器确定原点，最后按图样计算出所镗各孔中心的坐标，并记录坐标值，如图 13-20 所示。然后按孔 1、2、3、4 的坐标值 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 、 (x_3, y_3) 和 (x_4, y_4) 分别加工各孔。值得注意的是，被加工孔径大于 $\phi 20\text{mm}$ 时，必须先由钳工预加工并留

出 2.5~3mm 的余量再进行镗孔。

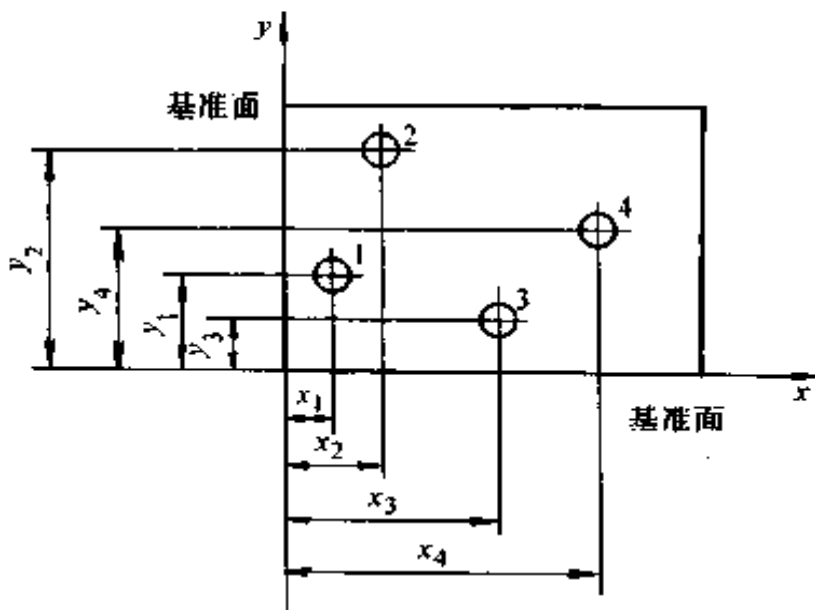


图 13-20 孔系坐标值标注图例

30. 如何利用铣床加工模具?

答：在冲模的铣削加工中，仿形铣削和数控仿形铣削主要用于拉深模和成形模的加工。凹模型孔和凸模也可以在立式铣床上加工。仿形加工的重复加工精度决定于仿形模型的精度，由于仿形误差的存在，加工精度的再现性较差。而数控加工最大的特点是精度的再现性和重复性好，适宜于模具重复制造。经过铣削的型面，一般再进行钳工抛光或电火花清角后就可使用。

(1) 在立式铣床上加工

1) 加工模具孔系。在缺少坐标镗床的情况下，可以在立式铣床上用坐标法来加工孔系。为了提高孔系的位置精度，可在立式铣床的纵向和横向附加量块和百分表测量装置，以便准确地控制工作台移动的距离，如图 13-21 所示。

在立式铣床上用坐标法加工出的孔系，可以达到较高的位置精度要求。

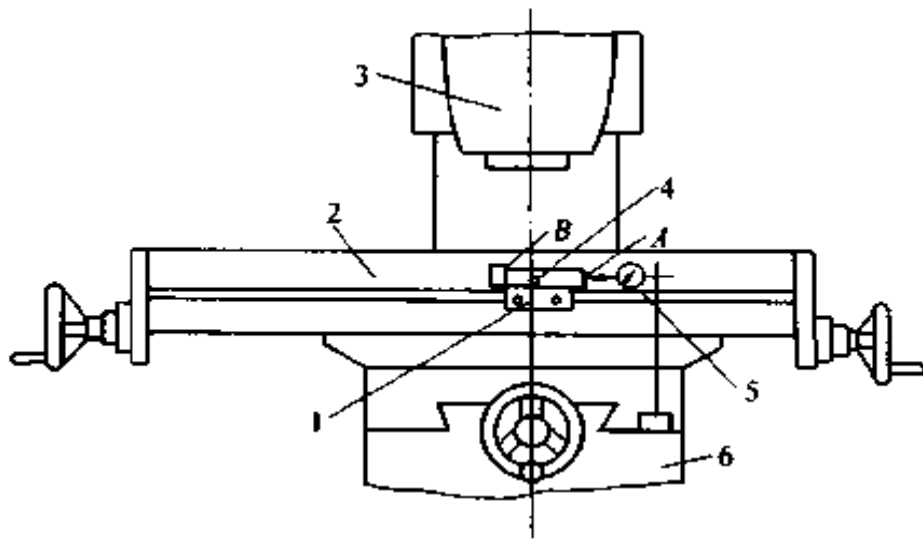


图 13-21 立式铣床工作台纵向移动距离测量装置

1—量块支座 2—工作台

3—立铣头 4—量块组 5—百分表 6—升降台

2) 用靠模装置加工。如果缺少仿形铣床，也可以在立式铣床上用靠模装置加工。图 13-22 所示为加工凹模型孔的简单靠模装置，凹模型孔样板 1、垫板 3、5 和毛坯 4 一起夹紧固定在铣床工作台上。在铣刀 6 的刀柄上装有已淬硬的滚轮 2。加工时，用手操纵铣床的纵向和横向进给，使滚轮始终与样板接触，并沿着样板的轮廓运动，即可加工出凹模型孔。用这种方法也可以加工凸模。

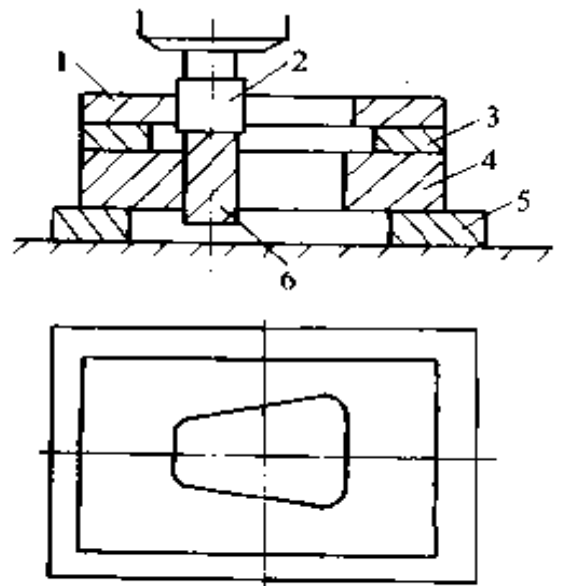


图 13-22 简单靠模装置

1—样板 2—滚轮 3—垫板

4—凹模毛坯 5—垫板 6—铣刀

利用靠模装置加工时，铣刀半径应小于型孔转角处的圆弧半径。铣削加工后，还需钳工锉出型孔的斜度。

(2) 在仿形铣床上加工

仿形铣床以样板或模型作为仿形依据,加工时由触头作用在模型表面上作靠模移动,并使铣刀作同步仿形移动,于是被加工的模块上铣出与模型同样的型面。

仿形铣削属于粗加工工艺,其加工效率是电火花加工的40~50倍,表面粗糙度值最小可达 $R_a3.2\sim6.3\mu\text{m}$ 。由于铣刀强度的限制,仿形铣削不能加工内清角和较深的窄槽。一般由仿形铣粗加工,并留1~2mm余量,再用电火花加工成形。

(3) 数控铣削加工

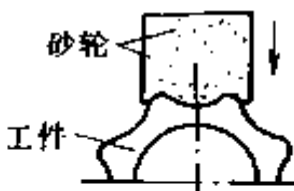
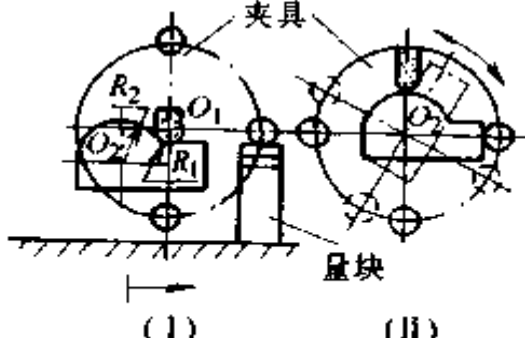
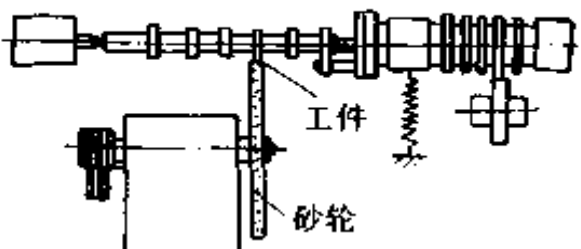
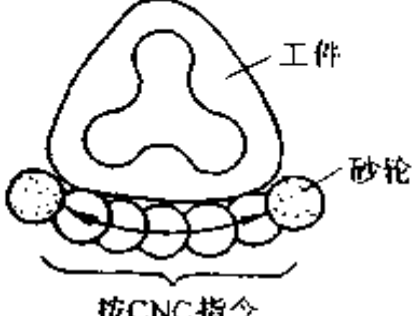
数控(NC)就是指通过用数字表示的指令进行控制。数控铣削加工,就是把所需要的工艺程序和工作信息按照一定的规则,在指令带上打孔存储,由机床的控制装置读取指令自动控制加工。数控铣床刀具偏置功能对铣削冲模的凸、凹模间隙和料厚间隙很方便;其对称功能对加工具有对称性质的模腔尤其重要,若装有自动工具交换装置,则可大大提高加工效率和缩短加工周期。但数控铣床也有不足之处,首先是这种铣床的成本高,加工工件的表面粗糙度比仿形铣床差。另外,对于形状复杂的程序设计还有一定的难度。

31. 成形磨削工艺有何特点? 适合于哪些模具的加工?

答:成形磨削的原理就是把零件的轮廓分成若干直线、斜线和圆弧,然后按照一定的顺序逐段磨削,并使构成零件的几何形线互相连接圆滑光整,达到图样上的技术要求。成形磨削主要方式见表13-13。

在模具零件中,凸模和凹模拼块的几何形状一般都由圆弧与直线或圆弧与圆弧的简单几何形线光滑过渡而成。因此,成形磨削是模具零件成形表面精加工的一种方法,具有高精度和高效率等优点。常见模具刃口轮廓如图13-23所示。

表 13-13 成形磨削主要方式

磨削方式	示意简图	说 明
成形砂轮磨削		<p>将砂轮修整成与工件型面吻合的反型面，用切入法磨削</p> <p>这种方式在外圆、内圆、平面、无心、工具等磨床上均可进行</p>
成形夹具磨削		<p>使用通用或专用夹具，在通用或专用磨床上，对工件的成形面进行磨削</p>
仿形磨削		<p>在专用磨床上按放大样板（或靠模）或放大图进行磨削</p>
坐标磨削		<p>用坐标磨床上的回转工作台和坐标工作台，使工件按坐标运动及回转，利用磨头的上下、往复和行星运动，磨削工件的成形面</p>

在模具零件制造中，为了保证工件质量、提高效率和降低成本，可以把多种方法综合起来使用，并且成形磨削还可以对热处理淬硬后的凸模或镶拼凹模进行精加工，因此还可

以消除热处理变形对模具精度的影响。成形磨削还可以用来加工电火花加工用的电极。

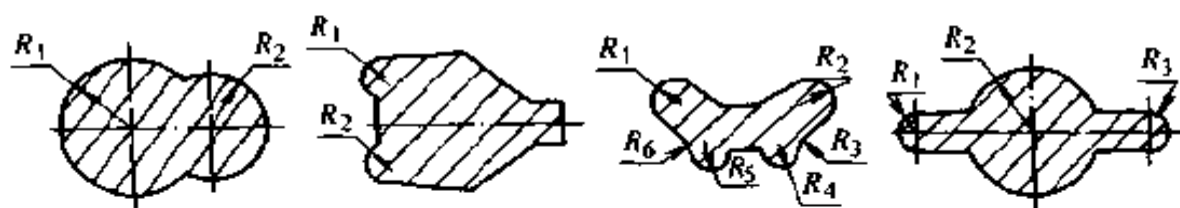


图 13-23 模具刃口轮廓

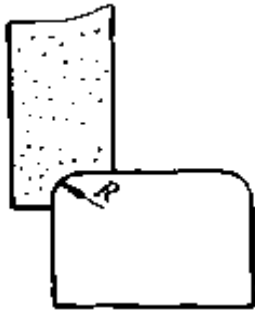
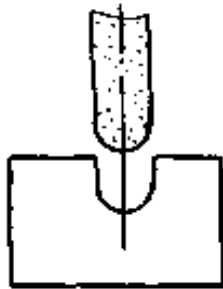
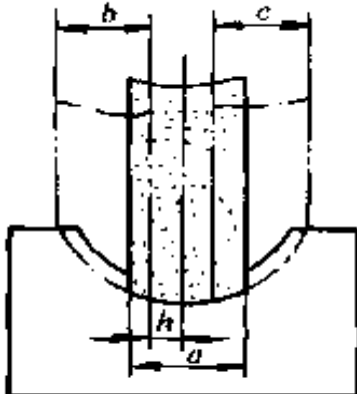
32. 成形磨削加工模具零件型面典型工艺有哪些?

答: 在模具零件制造中, 凸模或凹模拼块型面大多由圆弧、斜线和直线光滑过渡而成, 其型面加工可参照表 13-14 所示典型工艺方法选择加工方法。

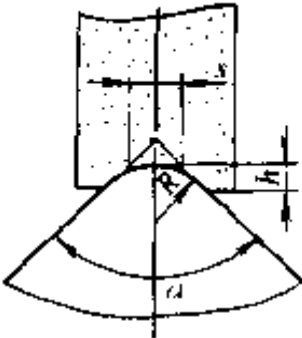
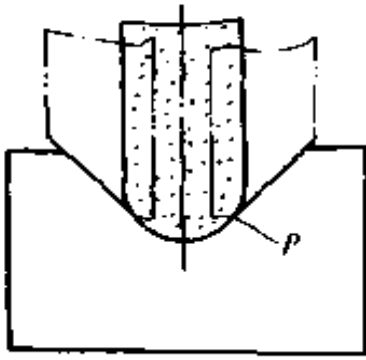
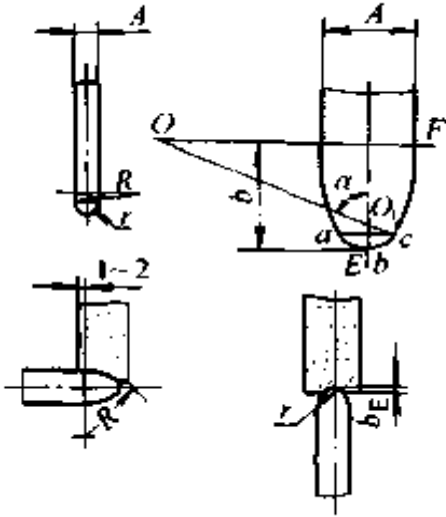
表 13-14 成形磨削典型工艺

形状特征	示意图	磨削工艺与计算
凸 圆 弧		<ol style="list-style-type: none"> 1. 按 $\alpha > 90^\circ$ 方法修整砂轮 2. 工件反复翻转 180° 对中心磨削 3. 适于 $R \geq 4\text{mm}$ 的圆弧成形磨削
		<ol style="list-style-type: none"> 1. 用滚轮滚压成形砂轮 2. 工件反复翻转 180° 对中心磨削 3. 适于 $R \leq 4\text{mm}$ 圆心角 180° 的圆弧成形磨削

(续)

形状特征	示意图	磨削工艺与计算
凸 圆 弧		<ol style="list-style-type: none"> 1. 按 $\alpha = 90^\circ$ 方法修整砂轮 2. 用侧磨或切磨方法磨削 3. 适于方形工件四角的圆弧磨削
凹		<ol style="list-style-type: none"> 1. 先切磨直槽 2. 用滚轮滚压成形砂轮 3. 适于 $R0.5 \sim 3\text{mm}$ 小圆弧凹槽成形磨削
圆 弧		<ol style="list-style-type: none"> 1. 对称成形磨削 a 段圆弧 2. 修整 b、c 段圆弧砂轮，精确地控制金刚石尖点摆动中心至砂轮侧面距离 h 3. 精确控制砂轮侧面至圆弧中心距离尺寸 h，用切磨法成形磨削

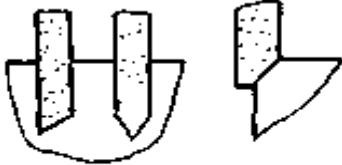
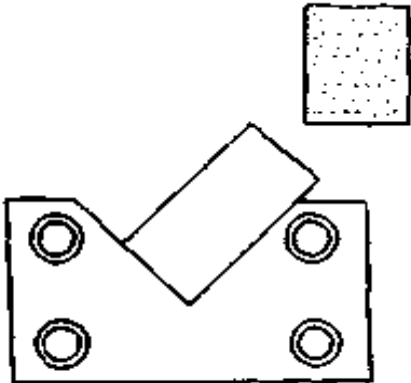
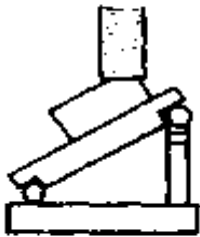
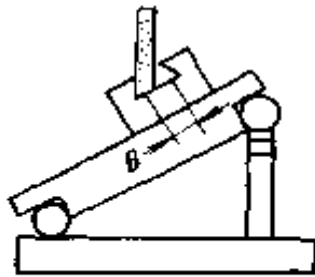
(续)

形状特征	示意图	磨削工艺与计算
斜 面 与 凸 圆 弧 相 接		<p>已知: R、α</p> <p>公式: $s =$</p> $2 \left[\left(\frac{R}{\sin \frac{\alpha}{2}} - R \right) \tan \frac{\alpha}{2} \right]$ $h = R - R \sin \frac{\alpha}{2}$ <ol style="list-style-type: none"> 1. 先磨斜面控制尺寸 s 2. 按计算值 h 修整砂轮圆弧深度 3. 此方法也适用于方形工件四周圆弧的磨削
斜 面 与 凹 圆 弧 相 接		<ol style="list-style-type: none"> 1. 先磨凹圆弧后接斜面 2. 控制磨削斜面的成形 砂轮下降至切点 P 3. 对称磨削斜面与切点 P 圆滑相接 4. P 点计算与上图 h 值计 算相同
两 凸 圆 弧 相 接		<p>已知: R、r、A</p> <p>公式: $\sin \alpha = \frac{R - A/2}{R - r}$</p> $h = r + (R - r) \cos \alpha$ $ac = 2r \cdot \sin \alpha$ $b_E = r - \sqrt{r^2 - (ac/2)^2}$ <ol style="list-style-type: none"> 1. 先对称磨大圆弧 R, 控 制切点尺寸 ac 2. 磨小圆弧 r, 控制砂轮 圆弧修整深度 b_E 圆滑连接 <p>注: 右上图中 $OF = R$ $O_1c = r$</p>

(续)

形状特征	示意图	磨削工艺与计算
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">两凹圆弧相接</p>		<p>已知: R, r, A</p> <p>公式: $\sin\alpha = \frac{R - A/2}{R - r}$</p> <p>$h = r + (R - r)\cos\alpha$</p> <p>$ac = 2r\sin\alpha$</p> <p>$b_E = r - \sqrt{r^2 - (\alpha/2)^2}$</p> <p>$B = h - b_E$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 先磨小圆弧 r 2. 修整大圆弧 R 的成形砂轮, 控制金刚石尖点至砂轮侧面 D 相切, 并控制圆弧中心至砂轮平面的深度 B 3. 将砂轮从工件表面下降至深度 B, 对称磨削至大小圆弧圆滑相接
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">凸凹圆弧相接</p>		<p>已知: A, B, D, R, r</p> <p>公式: $\sin\alpha = \frac{B}{R + r}$</p> <p>$E = R(1 - \cos\alpha)$</p> <p>$F = r(1 - \cos\alpha)$</p> <p>$C = (2R \cdot \sin\alpha)$</p> <p>$G = B - \frac{1}{2}C$</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 修整砂轮 a 与 b, 先磨凹圆弧 r 控制磨削深度 D 2. 修整砂轮 d, 控制 R 修整深度 E, 磨削凸圆弧 R, a 可按计算尺寸大 $0.5 \sim 1\text{mm}$ 3. 磨削凸圆弧 R, 测量并保证 C 对称于 A 的中心, 注意圆弧 R 与切点圆滑相接

(续)

形状特征	示意图	磨削工艺与计算
斜面之一		<ol style="list-style-type: none"> 修整成形砂轮磨斜面或槽底斜面 适用于窄槽成形或方形零件周围倒角
斜面之二		<ol style="list-style-type: none"> 用导磁角铁磨一定角度的斜面，使用简便 适用于单件或批量生产
斜面之三		<ol style="list-style-type: none"> 用正弦夹具磨斜面，可以磨任意角度、精度高 按公式：$H = L \cdot \sin\alpha$ 求量块值 H
斜面之四		<ol style="list-style-type: none"> 先磨直槽基准尺寸 B 用正弦夹具及修整砂轮配合磨燕尾槽 砂轮修整角度等于正弦夹具旋转角度

33. 如何采用仿形磨削工艺加工凹模拼块?

答：如图 13-24 所示凹模拼块。采用仿形磨削法加工，是利用仿形修整夹具，利用按工件放大 5 倍的样板，将砂轮修成缩小为 1/5（样板）的精确形状，用切磨法对工件进行成形磨削。仿形法修整砂轮与仿形磨削的步骤见表 13-15 所示。

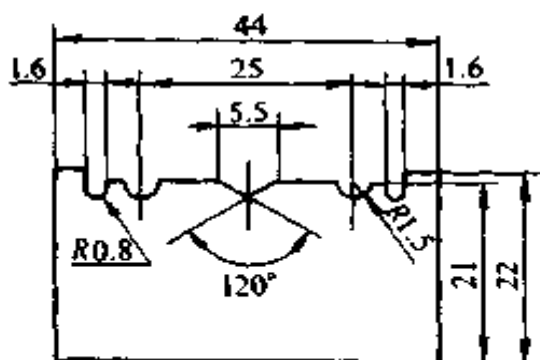
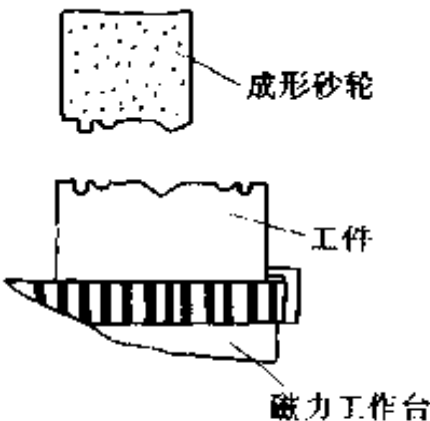


图 13-24 凹模拼块

表 13-15 仿形法修整砂轮与磨削的步骤

工序	操作示意图	说明
1		<ol style="list-style-type: none"> 1. 样板用 3mm 黄铜板或钢板制成 2. 样板加工按工件尺寸中间值放大 5 倍 3. 将样板固定在样板工作台上，进行仿形修整砂轮
2		<ol style="list-style-type: none"> 1. 将工件固定在磁性工作台上 2. 用切磨法磨削成尺寸

(续)

工 序	操 作 示 意 图	说 明
3		1. 将工件翻转 180° 2. 对称切磨成尺寸

34. 仿形磨削加工模具有哪些工艺方法?

答：仿形磨削是在专用磨床上按放大样板、放大图或穿孔纸带、软盘以及计算机指令进行加工的方法。仿形加工时，砂轮不断改变运动轨迹，将工件磨削成形。仿形磨削加工工艺方法见表 13-16。模具的仿形磨削加工方法可参照选择。

表 13-16 仿形磨削加工方法

加工方法	工 作 原 理	用 途
缩放尺曲线磨床磨削	应用机床的比例机构，使砂轮按放大样板的几何形状，正确地加工出工件形面	主要用于磨削成形刀具、样板及模具
光学曲线磨床磨削	利用投影放大原理，将工件形状与放大图进行对照，加工出精确的工件形面	主要用于磨削尺寸较小的成形刀具、样板、模块及圆柱形零件

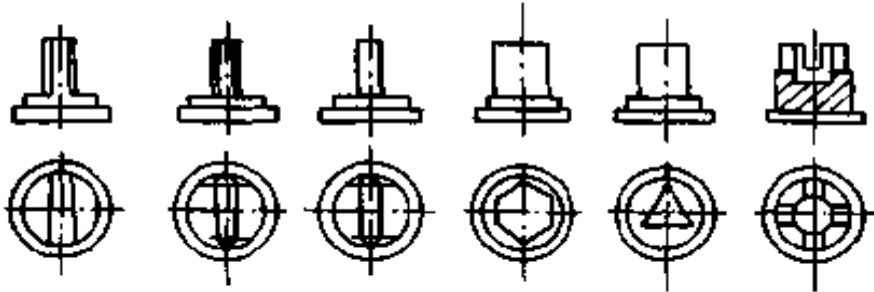

(续)

加工方法	工作原理	用途
靠模仿形磨削	一般按工件曲面形状制作靠模, 装在机床上, 再对靠模仿形加工出需要的精确曲面	主要用于磨削凸轮、轧辊等
数控仿形磨削	应用数控原理, 在磨削过程中, 按预订的曲线, 控制磨头运动轨迹, 精确磨出形面	主要用于大型模具加工

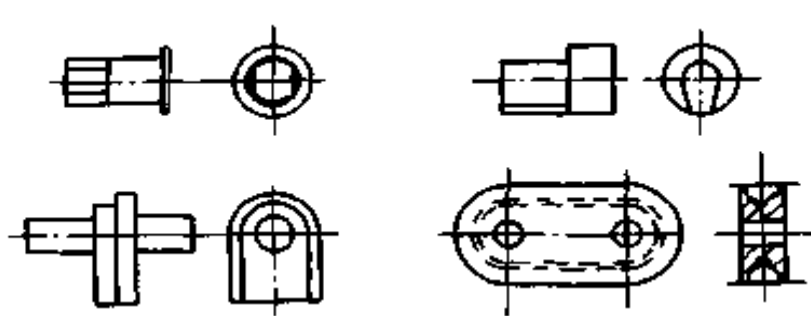
35. 用分度夹具磨削的典型模具形状有哪些?

答: 分度夹具适于磨削具有一个回转中心的各种成形面, 与成形砂轮配合使用, 能磨削比较复杂的型面, 对于模具零件加工来说, 分度夹具磨削特别适合于各种型面凸模的磨削, 其加工典型工件形状见表 13-17。

表 13-17 用分度夹具磨削的典型工件形状

类别	示意图	使用夹具
带有台肩的多角体、等分槽及凸圆弧工件		回转夹具、卧式回转夹具
具有一个回转中心的多角体、分度槽 (一般工件无台肩)		正弦分度夹具

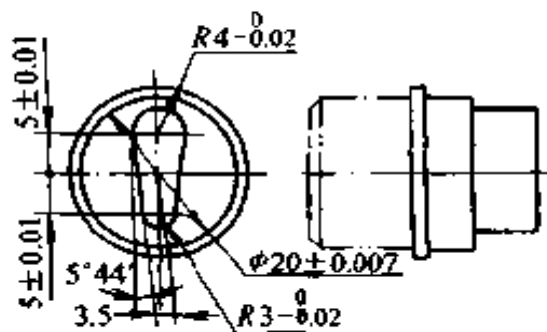
(续)

类别	示意图	使用 夹具
具有一个(或多个)回转中心并带有台肩的多角体		短分 度夹 具

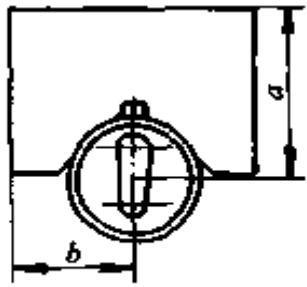
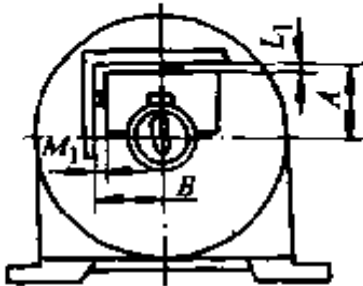
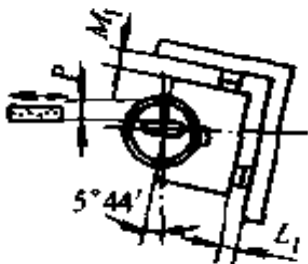
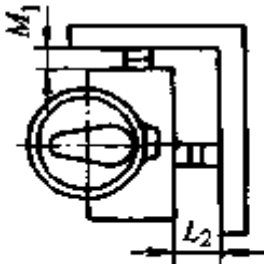
36. 用回转夹具成形磨削带台阶工艺冲头的加工工艺有何特点?

答: 带台阶的工艺冲头(或凸模)型面由 $R3$ 和 $R4$ 两段圆弧与两段斜线组成, 材料选用 Cr12MoV, 备料后经粗加工(车、铣)、热处理后, 精加工可采用回转夹具成形磨削, 其加工工艺过程及特点见表 13-18。

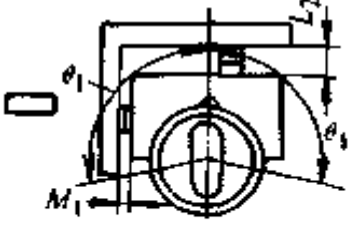
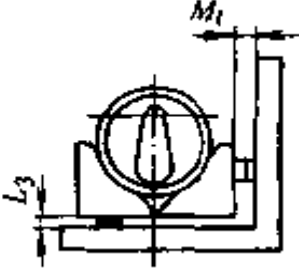
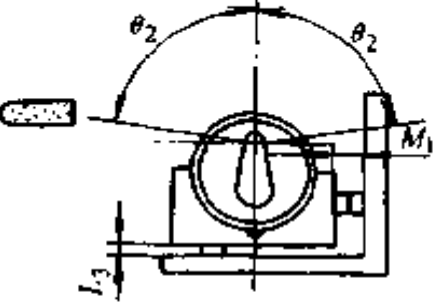
表 13-18 用回转夹具成形磨削实例



(续)

工序	操作示意图	说 明
1		<p>工件用V形块装夹,并测出 a、b 尺寸</p>
2		<p>在角尺垫板基面或V形块间垫 L_1 及 M_1 尺寸的量块,使工件 $\phi 20\text{mm}$ 的圆心与夹具中心重合</p> $L_1 = A - a$ $M_1 = B - b$
3、4		<ol style="list-style-type: none"> 1. 正弦分度盘分别在两个方向转 $5^\circ 44'$, 用砂轮侧面磨二侧面 2. 以 $\phi 20\text{mm}$ 外圆为基准, 测量斜面尺寸 $P = 10 - 3.5 = 6.5 \text{ (mm)}$
5		<p>调整量块值: $L_2 = (A - a) + 5$ (即调整工件位置)</p> <p>使 $R4\text{mm}$ 圆弧中心与夹具中心重合</p>

(续)

工序	操作示意图	说 明
6		左右摆动台面，磨 $R4\text{mm}$ 圆弧 $\theta_1 = 90^\circ + 5^\circ 44' = 95^\circ 44'$
7		调整量块值： $L_3 = (A - a) - 5$ 使 $R3\text{mm}$ 圆弧中心与夹具中心重合
8		左右摆动台面，磨 $R3$ 圆弧 $\theta_2 = 90^\circ - 5^\circ 44' = 84^\circ 16'$

37. 用万能夹具的成形磨削工艺有何特点？

答：用万能夹具磨削成形面，其工艺要点如下：

1) 首先将形状复杂的形面分解成若干直线、圆弧线，然后按顺序磨出各段形面。

2) 根据被磨削工件的形状，选择回转中心，视工件情况不同，此回转中心可以是一个或多个。磨削时，要依次调整回转中心与夹具中心重合，工件便以此中心回转，并借此

测量各磨削面的尺寸。

3) 成形磨削时的工艺基准不尽一致, 往往需要进行工艺尺寸换算。主要计算尺寸为:

① 计算出各圆弧面的中心之间的坐标尺寸;

② 从一个已选定的中心 (回转中心) 至各平面或斜面间的垂直距离;

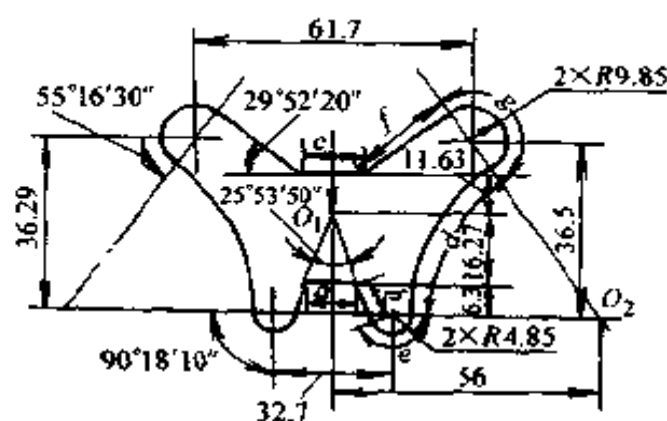
③ 各斜面对坐标轴的倾斜角度;

④ 各圆弧面包角等。

4) 对有的形面采用成形砂轮进行磨削, 可以提高精度和效率。

用万能夹具成形磨削实例见表 13-19。

表 13-19 用万能夹具成形磨削实例



磨削次序标记图

序号	内容	操作示意图	说明
I	装夹、找正		<ol style="list-style-type: none"> 1. 工件用螺钉及垫块直接装夹 2. 调整工件回转中心与夹具主轴中心重合 3. 根据回转中心测量各面磨削余量

(续)

序号	内容	操作示意图	说明
2	磨平面 a		<ol style="list-style-type: none"> $L_1 = P + 16.27$ (mm) 接角处留余量
3	磨斜面 b 及接角		<ol style="list-style-type: none"> $H_1 = P - (100 \sin 25^\circ 53' 50'' + 10)$ $= P - 53.66$ (mm) 磨斜面, 用成形砂轮或与工序 2 结合反复磨削进行接角 $L_2 = P$
4	磨平面 c		<ol style="list-style-type: none"> $L_3 = P + 11.53$ (mm) 接角处留余量
5	磨基面		<ol style="list-style-type: none"> 磨 $R9.35$mm 顶部作调整工件位置用基面 $L_4 = P + 40.2$ (mm)

(续)

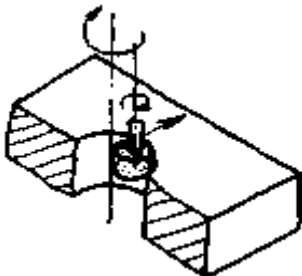

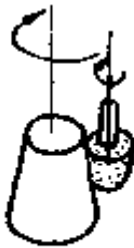
序号	内容	操作示意图	说明
6	调整 工件位 置及磨 R34.8 凹弧 <i>d</i>		<ol style="list-style-type: none"> 1. 调整工件位置, 使 R34.8mm 圆心与夹具中心重合 2. 旋转主轴, 用凸圆弧砂轮进行磨削 3. $L_5 = P - 34.8(\text{mm})$
7	调整 工件位 置及磨 R4.85 凹圆弧 <i>e</i>		<ol style="list-style-type: none"> 1. 调整工件位置, 使 R4.85mm 圆心与夹具中心重合 2. 旋转主轴, 磨削 R4.85mm 凸圆弧, 并控制左右摆动的角度 3. $L_6 = P + 4.85(\text{mm})$
8	调整 工件位 置磨斜 面 <i>f</i>		<ol style="list-style-type: none"> 1. 使 R9.35mm 圆心与夹具中心重合 2. $H_2 = P - (100\sin 29^\circ 52' 20'' + 10)$ $= P - 59.8(\text{mm})$ 3. 用成形砂轮磨斜面及接角 4. $L_7 = P + 9.35(\text{mm})$
9	磨 R9.35 凸圆弧 <i>g</i>		<ol style="list-style-type: none"> 1. 旋转夹具主轴磨 R9.35mm 凸圆弧, 并控制左右摆动的角度 2. $L_8 = P + 9.35(\text{mm})$

注: 因工件形状对称, 工件另一半磨削方法相同。

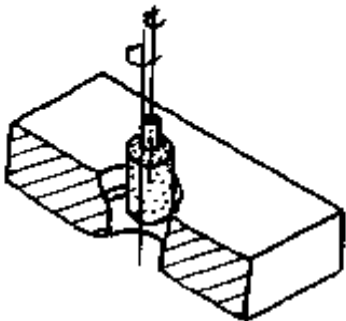
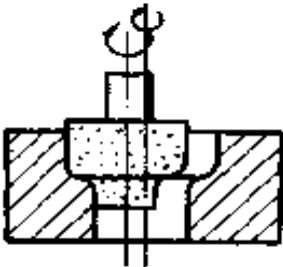
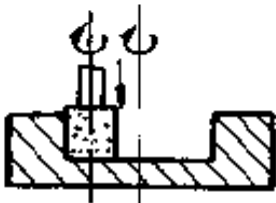
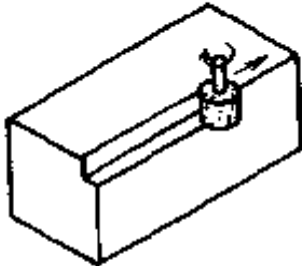
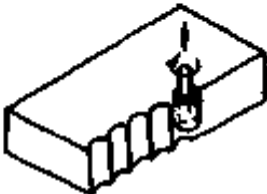
38. 坐标磨削基本工艺方法有哪些?

答: 坐标磨削基本工艺方法见表 13-20。在加工模具复杂形面时, 根据需要, 将上述基本磨削方法进行组合, 即可加工出理想的形面, 如凹模圆柱孔、孔底, 沉座孔, 凹模刃口斜角、定位圆锥面, 凹球面等。

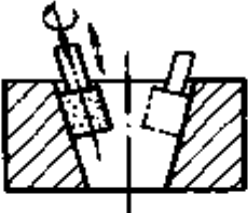
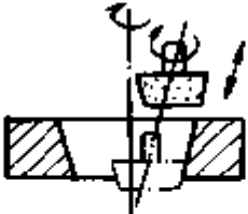
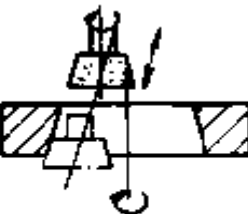
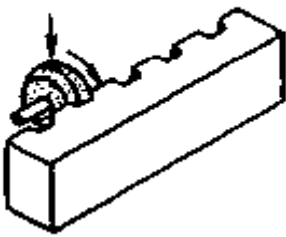
表 13-20 坐标磨削基本方法

方 法	简 图	说 明
通孔磨削		<ol style="list-style-type: none"> 1. 砂轮高速旋转, 并作行星运动 2. 磨小孔, 砂轮直径取孔径的 $3/4$
外圆磨削		<ol style="list-style-type: none"> 1. 砂轮旋转, 并作行星运动, 行星运动的直径不断缩小 2. 砂轮垂直进给
外锥面磨削		<ol style="list-style-type: none"> 1. 砂轮旋转, 并作行星运动, 行星运动的直径不断缩小 2. 砂轮锥角方向与工件相反



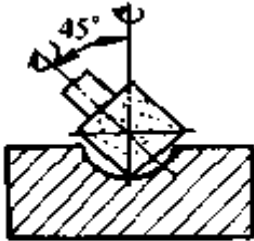

(续)

方 法	简 图	说 明
沉孔磨削		<ol style="list-style-type: none"> 1. 砂轮自转同时作行星运动，垂直进给，砂轮主要工作面是底面棱边 2. 内孔余量大时，此法尤佳
沉孔成形磨削		<ol style="list-style-type: none"> 1. 成形砂轮旋转，同时作行星运动，垂直方向无进给 2. 磨削余量小时，此法尤佳
底部磨削		<ol style="list-style-type: none"> 1. 砂轮底部修凹 2. 进给方式同沉孔磨削
横向磨削		<ol style="list-style-type: none"> 1. 砂轮旋转，直线进给，不作行星运动 2. 适于直线或轮廓的精密加工
垂直磨削		<ol style="list-style-type: none"> 1. 砂轮旋转，垂直进给 2. 适用轮廓磨削且余量大的情况 3. 砂轮底部修凹

(续)

方 法	简 图	说 明
锥孔磨削 (用圆柱形砂轮)		<ol style="list-style-type: none"> 1. 将砂轮调一个角度, 此角为锥孔锥角之半 2. 砂轮旋转, 并作行星运动, 垂直进给
锥孔磨削 (用圆锥砂轮)		<ol style="list-style-type: none"> 1. 砂轮旋转, 主轴垂直进给, 行星运动直径不断缩小 2. 砂轮角度修整成与锥孔锥角相应
倒锥孔磨削		<ol style="list-style-type: none"> 1. 砂轮旋转, 主轴垂直运动, 随砂轮下降, 行星运动直径不断扩大 2. 砂轮修整成与锥孔锥角相适应
槽侧磨		<ol style="list-style-type: none"> 1. 砂轮旋转, 垂直进给 2. 用磨槽机构, 砂轮修整成需要的形面

(续)

方 法	简 图	说 明
外清角磨削		<ol style="list-style-type: none"> 1. 用磨槽机构, 按需要修整砂轮 2. 砂轮旋转, 垂直进给 3. 砂轮中心要高出工件的上、下平面
内清角磨削		<ol style="list-style-type: none"> 1. 用磨槽机构, 按需要修整砂轮 2. 砂轮旋转, 垂直进给 3. 砂轮中心要高出工件的上、下平面 4. 砂轮直径小于孔径
凹球面磨削		<ol style="list-style-type: none"> 1. 用附件 45°角板, 将高速电机磨头安装在 45°角板上 2. 砂轮旋转, 同时绕主轴回转
连续轨迹磨削		<ol style="list-style-type: none"> 1. 用电子进给系统 2. 砂轮旋转, 同时按预订轨迹运动

39. 采用坐标磨削法的模具制造工艺过程有何特点?

答: 如图 13-25 所示零件, 用连续轨迹数控坐标磨床制造模具, 其凸、凹模加工工艺过程见表 13-21 和表 13-22。

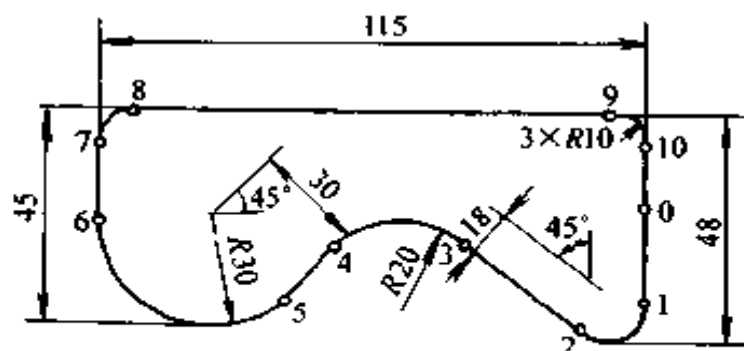


图 13-25 零件图

表 13-21 凸模工艺过程

序号	工序	工艺内容
1	刨和铣	加工外形六面, 凸模形状粗铣
2	平磨	外形六面
3	坐标镗	钻螺孔, 画凸模形状线, 钻定位销孔, 留磨量 0.3mm
4	铣	凸模形状, 单边留磨量 0.2mm
5	热处理	62~65HRC
6	平磨	外形六面
7	CNC 坐标磨	磨定位销孔, 编程磨凸模形面, 在机床上检验和记录形面尺寸与定位销孔的相对位置

确定加工方式、路线及工艺参数, 按图 13-26 所示坐标磨削时磨削路线及砂轮中心轨迹进行磨削加工。为保证多次循环进给在切入处不留痕迹, 一般应编一个砂轮切入的入口圆。磨凸模时, 砂轮由 A 逆时针运动 270°, 在 B 点切向切入轮廓表面。编程时, 不计算砂轮中心运动轨迹插补参数,

只计算工件轮廓轨迹插补参数。如加工凹模，只需改变入口圆位置
圆位置和将左边插补改为右边插补即可，其余程序不变。

表 13-22 凹模工艺过程

序号	工序	工艺内容
1	刨和铣	外形六面和内形面粗铣
2	平磨	外形六面
3	坐标镗	钻各螺孔，钻镗定位销孔，留磨量 0.3mm
4	热处理	62~65HRC
5	平磨	外形六面
6	NC 线切割	以定位销孔为基准，编程切割内形，单边留磨量 0.05~0.1mm
7	CNC 坐标磨	按凸模程序，改变入口圆位置和刀补方向磨内形面，单边间隙 0.003mm，磨好定位销孔

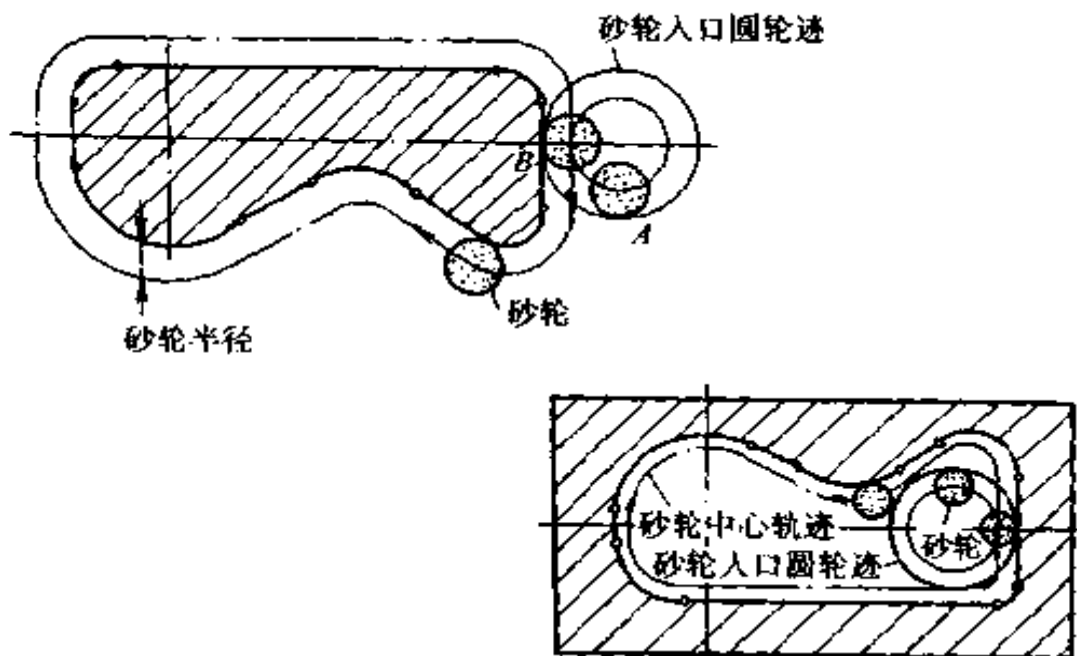


图 13-26 凸、凹模加工示意

40. 冲击磨加工工艺有何特点？

答：冲击磨（又叫磨料超声波加工）是在工具和工件之间充满含有磨料的切削液，工具作超声波振动，使磨料冲击加工面进行切削、压碎和研磨，见图 13-27。工具的形状与工件形状相仿，利用纵向磁致伸缩器，使磁性体产生超声波振动，带动装在振子前端的工具振动而进行加工。

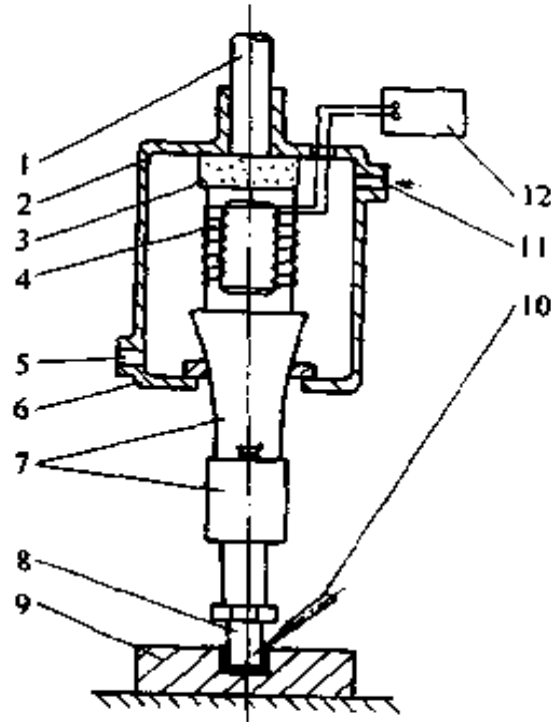


图 13-27 冲击磨

- 1—主轴 2—容器 3—多孔材料 4—磁致伸缩换能器
5—切削液排出口 6—法兰盘 7—变幅杆 8—工具 9—工件
10—切削液喷嘴 11—切削液供给器 12—超声波发生器

冲击磨首先用于加工硬脆材料的浅孔和切断，一般适于对小面积（ 1000mm^2 以下）的加工。其次，用于切断和切槽半导体材料的零件，与普通磨削相比，具有切除率高、精度高、裂纹少等优点。用于对玻璃、淬硬钢和硬质合金的加工和雕刻。冲击磨加工示意图见图 13-28。

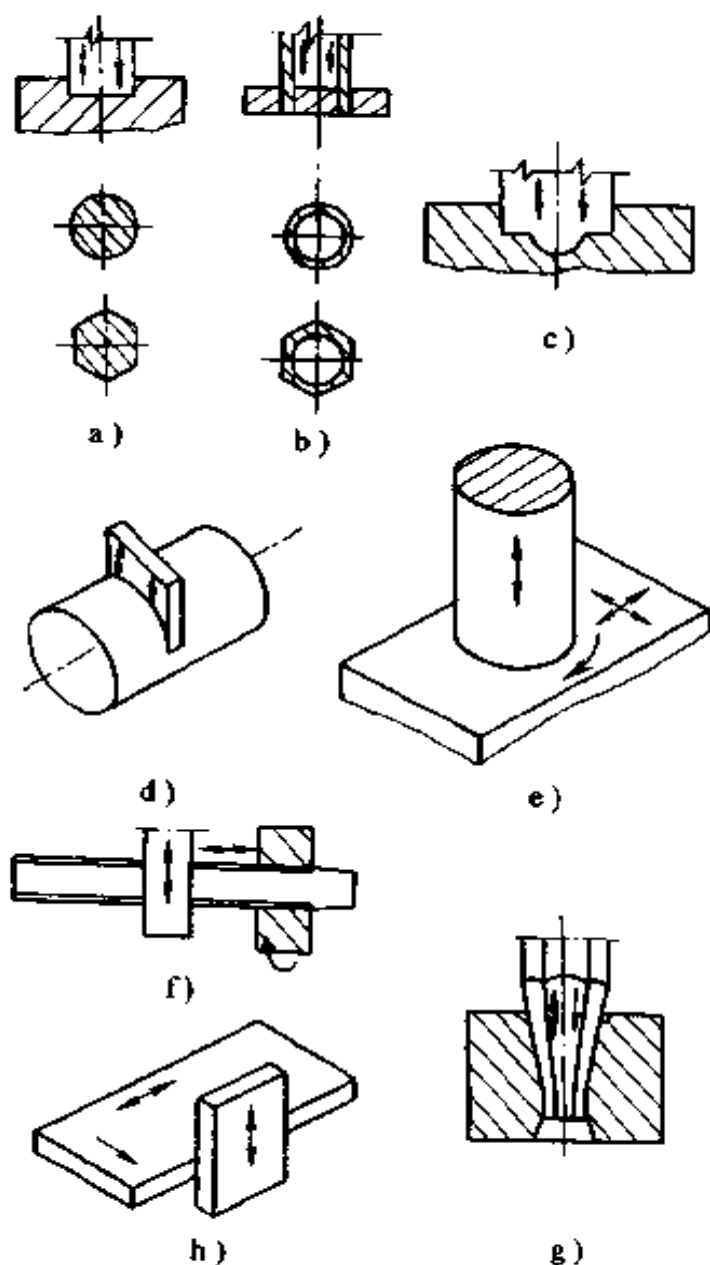


图 13-28 冲击磨加工示意图

a)、b) 圆孔或成形孔、不通孔或通孔工件 c) 模具
d) 切断 e)、h) 平面 f) 内螺纹 g) 内表面

41. 电火花加工工艺有何特点？它适合于哪些模具的加工？

答：电火花加工包括电火花穿孔加工和成形加工等。电火花穿孔加工主要是指加工各类通孔的冲模，电火花成形加

工主要是指加工各类不通孔的型腔模，它们的基本原理和所用的机床设备是一样的，仅是工具电极和工件形状不一样。

电火花穿孔、成形加工原理和设备组成如图 13-29 所示。电火花加工的原理是基于工具和工件（正、负电极）之间脉冲性火花放电时的电腐蚀现象来蚀除多余的金属，从而达到对尺寸和表面预定要求的目的。

电火花加工工艺具有如下特点：

1) 能够加工用机械方法难于加工或无法加工的特殊材料，包括各种淬硬钢、硬质合金和耐热合金等。

2) 加工时，工具电极与工件材料不接触，无切削力作用，因而工具电极材料不必比工件材料硬，且便于加工小孔、深孔、窄缝零件以及各种复杂的型孔或型腔。

3) 便于实现自动控制和加工过程自动化，目前，我国已研制生产出三坐标微机数字控制电火花加工机床。

在模具制造中，电火花加工用于加工冲裁模、复合模、级进模等各种冲模的凹模、凸凹模、固定板、卸料板等零件的型孔，以及拉丝模、拉深模等复杂零件的型孔；对淬硬钢件、硬质合金工件进行平面、内外圆、坐标孔及曲面进行电火花磨削，以及成形磨削；加工塑料模、挤压模、压铸模、锻模等各种模具的型腔；切割各种冲模的凹模、固定板、卸料板、顶件板及导向板等各种内外成形零件，以及各种复杂

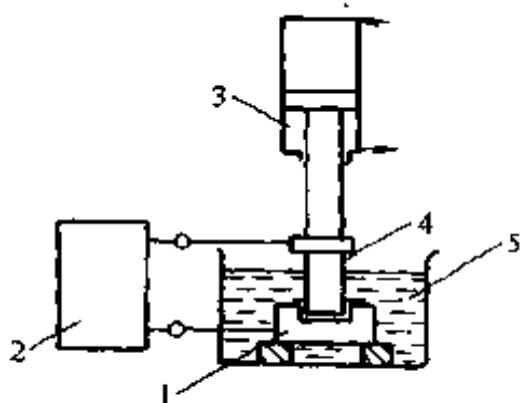


图 13-29 电火花穿孔、成形加工原理及设备组成
1—工件 2—脉冲电源
3—自动调节进给装置
4—工具电极 5—工作液

零件的窄槽、小孔等。此外，还可用于刻制文字、花纹，对金属表面作渗碳和涂覆特殊材料等表面强化处理。

42. 电火花加工用的工具电极材料有哪些？各有何特点？

答：电火花加工用的工具电极材料必须具有导电性能好、损耗小、造型容易，并具有加工稳定性好、效率高、材料来源丰富、价格便宜等特点。常用的电极材料有纯铜、石墨、黄铜、钢、铸铁和钨合金等。

加工模具用工具电极材料如下：

1) 纯铜电极。质地细密、加工稳定性好，相对电极损耗较小，适应性广，适于加工贯通模和型腔模，若采用细管电极可加工小孔，也可用电铸法作电极加工复杂的三维形状，尤其适用于制造精密花纹模的电极。其缺点为精车、精密等机械加工困难。

2) 黄铜电极。最适宜于中小规准情况下加工，稳定性好，制造也较容易，但缺点是电极的损耗率较一般电极都大，不容易使被加工件一次成形，所以只用在简单的模具加工，或通孔加工、取断丝锥等。

3) 铸铁电极。是目前国内广泛应用的一种材料。主要特点是制造容易，价格低廉、材料来源丰富，放电加工稳定性也较好，其机械加工性能好，与凸模粘接在一起成形磨削也较方便，特别适用于复合式脉冲电源加工，电极损耗一般达20%以下，对加工冷冲模具最适合。

4) 钢电极。也是我国应用比较广泛的电极，它和铸铁电极相比，加工稳定性差，效率也较低，但它可以把电极和冲头合为一体，一次成型，精度易保证，可减少冲头与电极的制造工时。电极损耗与铸铁相似，适合“钢打钢”冷冲模加工。

43. 电火花加工用的工具电极设计及制造要求有哪些？其制造工艺过程如何？

答：加工冲模的穿孔电极工具设计和计算主要包括电极长度和电极的截面尺寸。

电极的有效长度（总长度减去不起加工作用的长度）通常取凹模型孔深度的 2.5~3.5 倍，当要求用一个电极加工几个凹模时，则电极有效长度应加长。实际“钢打钢”用的电极工具长度还要考虑装夹部分的长度等。

电极的截面尺寸与冲模所需的配合间隙大小，以及所采用的加工规准有关。

原则上电极的截面尺寸与凹模截面尺寸仅相差火花放电间隙，即电极的凸起部分应比凹模的尺寸均匀缩小一个火花放电间隙值 δ （双边的则缩小 2δ ），电极凹入部分则应比凹模对应尺寸增加一个放电间隙值 δ 。图 13-30 所示的电极截面尺寸可按下列公式确定：

$$\text{电极尺寸： } A = a - 2\delta$$

$$B = b + 2\delta$$

$$C = c$$

$$R_1 = r_1 - \delta$$

$$R_2 = r_2 + \delta$$

式中 δ ——单边火花放电间隙。

δ 的选择要根据凹模侧面粗糙度及相应的加工规准来选定。表面粗糙度在 $R_a 2.5 \sim 6.3 \mu\text{m}$ 时， δ 约在 $0.04 \sim 0.015 \text{mm}$

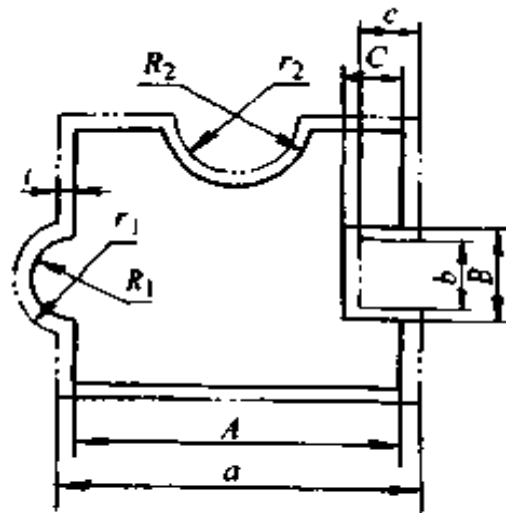


图 13-30 型孔（凹模）和电极尺寸的关系

之间（电规准的峰值电压越高，脉冲宽度越宽， δ 就越大）。

实际上凹模尺寸 a 、 b 、 c 、 r_1 、 r_2 等不只是基本尺寸，还包括公差。在设计电极时应取其中间公差尺寸。计算出电极尺寸后，也应规定电极尺寸的制造公差，一般可取凹模型孔公差的 $1/3 \sim 1/2$ 。

为了提高加工精度和加工速度，常采用阶梯电极，将下部尺寸缩小 $0.1 \sim 0.3\text{mm}$ ，具体办法是将电极工具的下端用化学腐蚀（酸洗）的方法均匀腐蚀去一定厚度，使电极工具成为阶梯形。这样刚开始加工时可用较小的截面、较大的规准进行粗加工，等到大部分留量已被蚀除、型孔基本穿透，再用上部较大截面的电极工具进行精加工，保证所需的模具配合间隙。

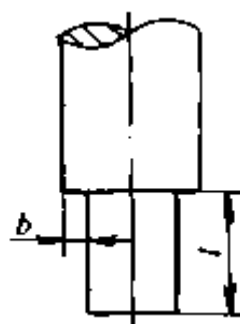


图 13-31 阶梯电极

阶梯部分的长度 l 一般为冲模刃口高度 h 的 $1.2 \sim 2.4$ 倍，即 $l = (1.2 \sim 2.4) h$ ，阶梯电极的单边缩小量（单边蚀除厚度） b 可按下式计算（见图 13-31）

$$b \geq \delta_1 - \delta_2 + \Delta$$

式中 δ_1 ——粗加工单面火花放电间隙（mm）；

δ_2 ——精加工单面火花放电间隙（mm）；

Δ ——留给精加工的单面加工余量（ $\Delta = 0.02 \sim 0.04\text{mm}$ ）。

型腔加工用的电极工具，不但要考虑横断面的形状与尺寸，还要考虑垂直断面的形状和尺寸，因为它不能象穿孔那样可通过加长电极来继续加工，抵消耗损的影响。需采用多种工艺措施（如更换新电极，电极光整修形等）来保证型腔

尺寸精度。设计、计算电极时，应根据有无平动而有所不同。

制造工具电极的典型工艺过程如下：

1) 刨或铣。加工六面，按最大外形尺寸留 1~2mm 余量（电极圆形时，可车削）。

2) 平磨。磨两端面和相邻两侧面，两侧面要相互垂直。

3) 钳。按图划线。

4) 刨或铣。按线加工，留成形磨削余量 0.2~0.5mm。

5) 钳。钻、攻装夹螺孔。

6) 热处理。采用与凸模为一整体的钢电极时，要进行淬火和低温回火。

7) 钳。采用铸铁电极时，将铸铁电极与凸模粘接或钎焊为一体。

8) 成形磨削。将电极成形磨削至图样要求。

9) 退磁。

10) 化学腐蚀或电镀。阶梯电极或小间隙模具的电极可采用化学腐蚀，加大间隙模具的电极用电镀。

44. 电火花加工凹模有何特点？

答：采用电火花加工时，凹模的结构特点如下：

1) 可以把镶拼结构改为整体结构。因为电火花加工整体型孔并不困难，采用整体结构可以减小模具体积，增加刚性，简化结构。

2) 凹模厚度可减小。由于电火花加工可避免热处理变形的影响，一般凹模厚度可以减小 1/5~1/3，这有利于提高电火花加工生产率、缩短模具制造周期和节约贵重钢材。

3) 型孔尖角改为小圆角。这是因为电极尖角处电蚀损耗大，加工出的型孔总会有小圆角。另外，小圆角还可以减

小应力集中，提高模具的使用寿命。

电火花加工前，凹模毛坯的加工过程和用机械加工方法制造凹模时基本相同。型孔也要先进行粗加工，这样可以提高电火花加工的生产率和便于工作液的强迫循环。

为了避免淬火变形的影响，凹模毛坯在热处理淬火后才进行电火花加工。

随着模具工业的需要，电火花加工也逐步向高精度方向发展，如采用精密电火花加工型孔、型腔等，精度高、效率高；利用高精度三坐标电火花加工机床，加工型孔的孔距精度可达 $\pm 0.004\text{mm}$ ，孔径尺寸精度可达 0.01mm ，圆度和圆柱度误差不大于 0.005mm ，型孔内壁的表面粗糙度值可达到 $R_a 0.2\sim 0.4\mu\text{m}$ 。因而，可以高效率、高精度加工模具的型孔和型腔。

45. 电火花线切割加工工艺有何特点？

答：电火花线切割加工采用电极丝作为工具电极，它不需要制作成形电极，其加工原理如图 13-32 所示。脉冲电源的正极接工件，负极接电极丝，在电极丝与工件之间充有液体介质，电极丝以一定的速度移动，不断进入或离开放电区域，通过有效地控制电极丝相对工件运动的轨迹和速度，就可切割出一定形状和尺寸的工件。其运动轨迹通过坐标工作台纵、横滑板的运动形成。

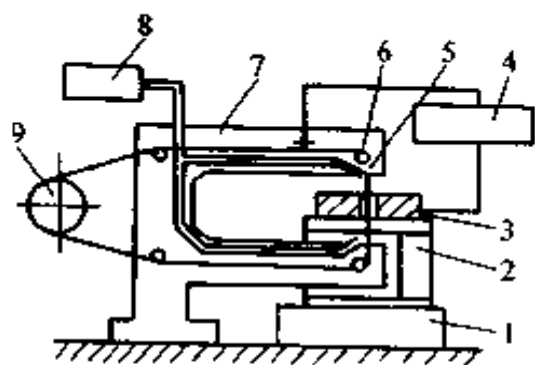


图 13-32 电火花线切割加工示意图

1—工作台 2—夹具 3—工件
4—脉冲电源 5—电极丝 6—导轮
7—丝架 8—工作液箱 9—贮丝筒

与电火花加工相比，电火花线切割加工有以下特点：

1) 线切割加工是用金属丝(钼丝等)作为电极,不需要制造工具电极,能很方便地加工内、外成形表面。

2) 由于加工过程中电极丝高速移动,且采用正极性加工,所以电极丝的损耗很小,加工精度比电火花加工高。

3) 由于电极丝很细(直径仅 $0.04\sim 0.2\text{mm}$),因此可以对模具零件、工具电极和其他工件上的狭槽(宽度为 $0.05\sim 0.07\text{mm}$)和小圆弧半径的锐角($R\leq 0.03\text{mm}$)进行加工。

4) 工件预加工量少,可直接选用精加工或半精加工规范一次加工成型,一般不需中途转换规范,加工周期短,生产效率高,成本低。

5) 采用数字控制线切割加工时,对于不同的工件,只需编制不同的数字程序,有利于提高单件、小批量生产的自动化程度。

因此,电火花线切割加工在目前绝大多数专业模具厂都已采用,它可用于大、中、小型冲模的凸模、凹模、固定板、卸料板等加工,粉末冶金模、镶拼型腔模、拉丝模、冷拔模等加工。随着线切割加工技术的不断发展,电火花线切割加工将在冷冲模具制造中占据更加重要的地位。

46. 电火花线切割加工工件常用装夹方法有哪些?

答:电火花线切割加工工件,其装夹方法选择是否恰当,直接影响线切割加工精度。常用的装夹方法如图 13-33 所示。

悬臂式装夹,不易夹平,用于精度要求低和悬出长度短的工件。两端支承式,装夹稳定,定位精度高,适用于装夹大型工件。桥式装夹,对大、中、小型工件均适用。平板式装夹,平面定位精度高,若增设纵、横方向定位基准后,装

夹更为方便，适于批量生产。复式装夹，适用于成批生产，可节省大量装夹时间。

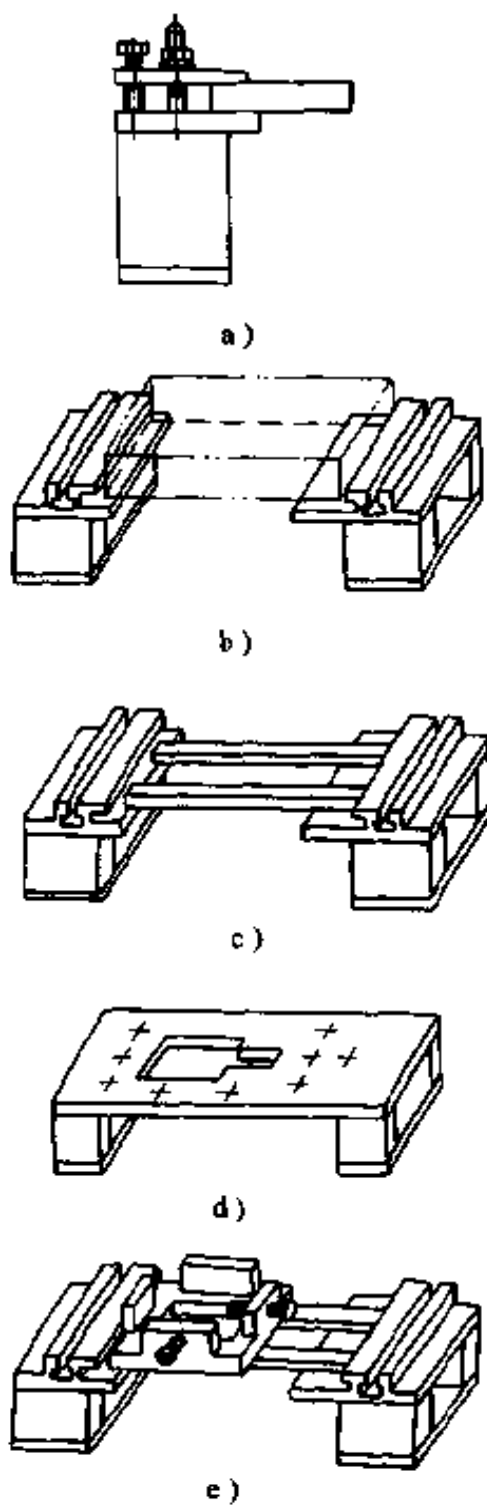


图 13-33 工件常用装夹方法

a) 悬臂式 b) 两端支承式 c) 桥式 d) 平板式 e) 复式

47. 电火花线切割加工的模具有何特点?

答: 采用电火花线切割加工模具零件时, 在选择材料和模具结构方面, 都应考虑线切割加工工艺的特点, 以保证提高模具的加工精度和使用寿命。

(1) 模具零件材料的选用 线切割加工是在模具零件毛坯热处理淬硬后进行的, 如果选用碳素工具钢制造, 由于其淬透性差, 线切割成形后, 由于有效淬硬层浅, 经过数次修磨, 硬度就会显著下降, 模具使用寿命缩短。另外, 淬透性差的材料淬火后残余应力大, 在线切割加工中容易引起变形, 直接影响加工精度。

为了提高线切割加工模具零件的加工精度和使用寿命, 应选用淬透性好的合金工具钢 (如 Cr12、CrWMn、Cr12MoV 等) 或硬质合金来制造。

(2) 线切割加工模具的结构特点

1) 采用线切割加工工艺, 凸模和凹模可采用整体结构。这样可以减少制造工时, 简化模具结构和提高模具强度。

2) 线切割加工出的凸模和凹模固定板型孔尺寸上下一致, 为了保证凸模与固定板的联接强度, 一般采用双边过盈量为 0.01~0.03mm 的过盈配合。如果凸模型面较大时, 可采用其他机械固定或化学固定法联接。

3) 当线切割机床没有切割斜度的装置时, 加工出的凹模型孔不带斜度。为了便于漏料, 凹模刃口厚度应在保证强度的前提下尽量减薄, 也可以在线切割加工后, 再利用电火花加工或锉修出漏料斜度。

48. 如何在普通线切割机床上加工带斜度的凹模?

答: 为了适应模具生产发展的需要, 我国已研制出多种

线切割斜度的装置，在线切割机床上增设这种装置后，可以在线切割加工凹模型孔的同时把凹模加工出 $0^{\circ} \sim 1^{\circ} 30'$ 的斜度。

此处介绍一种在没有斜度切割功能的机床上加工带斜度凹模的简易方法，如图 13-34 所示。图 13-34a 在工件上方装一块绝缘板和金属板，绝缘板上的空心部分应比加工图形大一些。金属板 1 和工件 3 均接线切割电源正极，用比工件图形缩小一定尺寸的程序把金属板和工件切割出直壁来。图 13-34b 为切割带斜度的凹模。把金属板上的电源接线取下来，用比工件加工图形尺寸放大一些的程序加工，这时金属板不加工，只对工件进行切割，但电极丝被金属板折弯，使工件加工出斜度，工件下口尺寸大于工件图形尺寸。图 13-34c 为最后切割出直壁刃口，仍将金属板和工件均接电源正极，用工件图形的程序将模具直壁刃口加工出来，直壁高度约 $3 \sim 5\text{mm}$ 。用此法加工，电极丝耗损大。

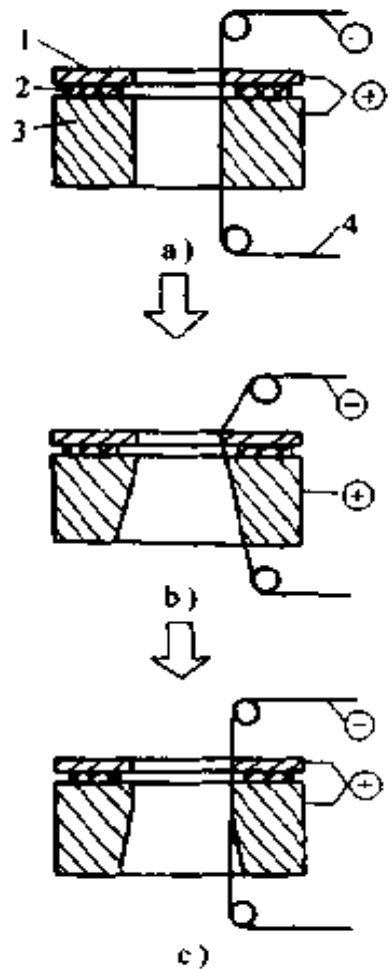


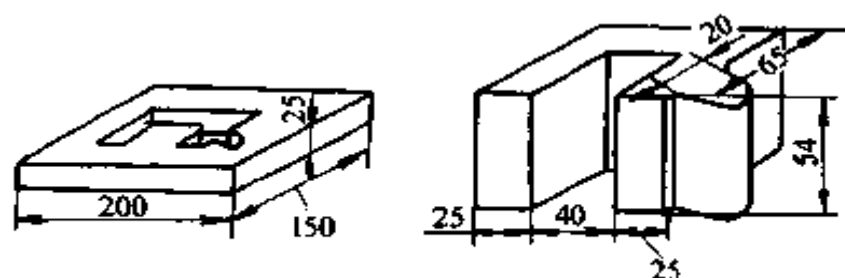
图 13-34 带斜度凹模的简易加工方法
a) 预加工直壁 b) 切割斜度 c) 开直壁刃口
1—金属板 2—绝缘板
3—工件 4—电极丝

49. 精密冲模凸模、凹模加工工艺有何特点？

答：许多精密冲裁模不仅尺寸精度高，而且凸模与凹模之间的间隙很小，近乎为零（也称零间隙凸模、凹模），如冲裁 0.1mm 厚铜片的凸模、凹模单面间隙为 0.002mm ，因此凸模、凹模的加工不仅应保证单个零件的尺寸精度，而且

必须保证凸模和凹模工作刃带形状高度一致，零间隙凸模和凹模加工工艺特点见表 13-23。

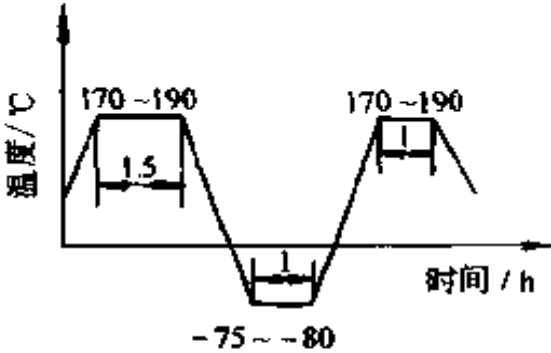
表 13-23 精密冲模凸模、凹模加工工艺



单面间隙：
0.005mm
材料：Cr12MoV
凸模硬度：
59~61HRC
凹模硬度：
60~63HRC

工序	工作内容	简图	说明
1	制坯	<p>等温退火工艺</p>	下料→反复墩粗、拔长改锻（碳化物级别 < 1.5 级）→等温退火
2	粗加工		铣→去应力退火→半精加工
3	热处理	<p>凸凹模热处理工艺</p>	盐浴加热或真空加热淬火，低温回火、为使尺寸稳定，可采用低温处理

(续)

工序	工作内容	简 图	说 明
4	磨端面		
5	线切割		<p>凹模采用二次切割以减少应力释放产生的变形,在凹模加工程序的基础上利用刀具偏置方法自动给出凸模加工程序,以保证凸模和凹模一致,且间隙均匀</p>
6	时效和研磨装配	 <p style="text-align: center;">线切割后时效工艺</p>	<p>消除电加后内应力和变质层对精度和模具寿命影响</p>

50. 锤锻模模膛加工方法有哪些?

答: 锤锻模模膛加工方法如下:

(1) 机械加工法 用于制造各种模膛形状简单的模具,在实际生产中可选用表 13-24 中的合适加工工艺方案。

(2) 压力加工法 用于成批生产各种模膛形状简单的小型锤锻模。

表 13-24 机械加工工艺方案

方案序号	加工工序	适用范围
1	(1) 精刨 (2) 全部铣加工或部分铣加工和电加工 (3) 热处理 (4) 钳工精修	硬度为 375~415HBS, 模块尺寸为 300mm × 300mm × 275mm、475mm × 350mm × 275mm 的中小型尺寸的模具零件
2	(1) 精刨 (2) 粗车 (3) 热处理 (4) 精车 (5) 抛光	硬度为 350~375HBS 的中型齿轮锤锻模
3	(1) 粗刨 (2) 热处理 (3) 精刨 (4) 仿形铣 (5) 钳工精修	硬度为 321~368HBS, 模膛形状较复杂, 重量超过 600kg 的重型或特重型的模具零件

1) 热反印法。指用形状与锻件一致, 尺寸考虑到收缩量的模芯, 在加热至锻造温度的模块上压制出与模芯形状相反的模膛。热反印法加工结束后还须经热处理及机械加工等工序。一般的工艺路线为: 模块加热→预印→低温加热(700℃以下)→精印→机械加工→最终热处理→磨光。

2) 冷挤压法。指在常温条件下利用装在压力机上的冲头(形状同锻件), 在一定压力下挤压模块, 使模块金属产生塑性变形, 挤压出具有一定形状要求的模膛。这种方法的优点是模膛精度高, 表面粗糙度值在 $R_a 0.2 \sim 0.4 \mu\text{m}$ 范围内。

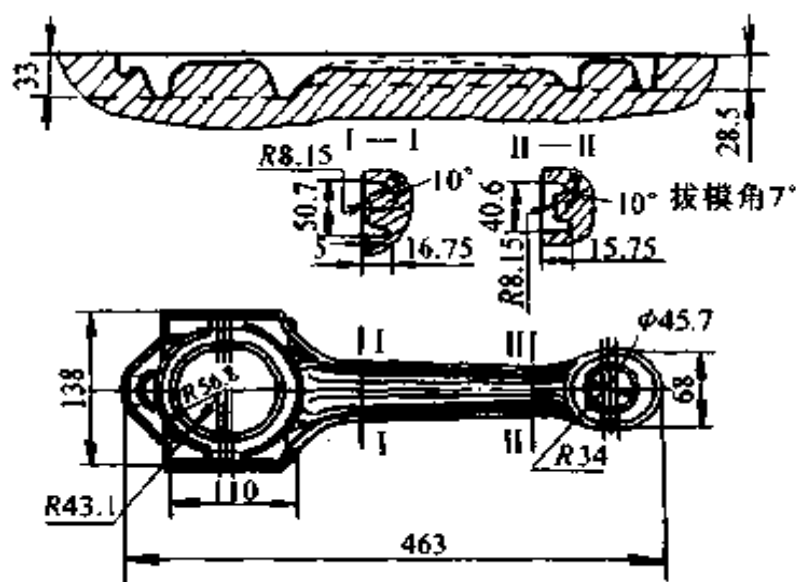
(3) 电加工法 包括电火花加工和电火花线切割加工, 这种方法加工出来的模膛质量高, 模具制造成本低, 因此常

用于各种形状复杂的模具。

51. 连杆锻模制造工艺有何特点？

答：连杆锻模属于热锻模，一般上、下模均为凹模，模腔复杂，自由曲面、过渡面多，加工难度大，而且其工作条件恶劣，对材料和毛坯锻造要求较高，表 13-25 是内燃机连杆锻模的制造工艺要点。

表 13-25 连杆锻模制造工艺



材料：4Cr5MoV1Si
硬度：44~48HRC

序号	加工工艺	说 明
1	模块制备	1. 材料选用精炼或电渣重熔钢，夹杂物少，韧性高 2. 纤维方向应在型腔平面上，不能垂直于型腔平面 3. 探伤合格
2	粗加工	1. 定位面留磨削余量 2. 固定孔、顶杆孔完成 3. 型腔粗加工 4. 飞边槽完成

(续)

序号	加工工艺	说 明
3	热处理	1. 真空加热淬火 (1040℃) 2. 真空回火 (580~600℃)
4	磨削上下平面、定位面	
5	电极制作	1. 为保证模具寿命, 模腔尺寸按锻件的负公差加工 2. 考虑放电间隙及电极损耗由 CAD 系统编制电极加工程序 3. 由数控铣床 (或加工中心) 加工电极
6	电火花加工型腔	为保证尺寸精度可采用粗加工、精加工两副电极
7	抛光	采用化学、超声波、钳工抛光方法, 表面粗糙度值 R_a 低于 $0.8\mu\text{m}$
8	表面强化	激光相变强化, 表面硬度 60HRC

52. 凸模、凹模三维曲面的加工工艺有何特点? 试举例加以说明。

答: 拉深模、压铸模、注塑模等模具型面加工最基本的要求就是要凸模和凹模形状的吻合, 并保持间隙均匀。如图 13-35 所示是某汽车前围外盖板的拉深模, 就是典型的三维曲面凸模、凹模。

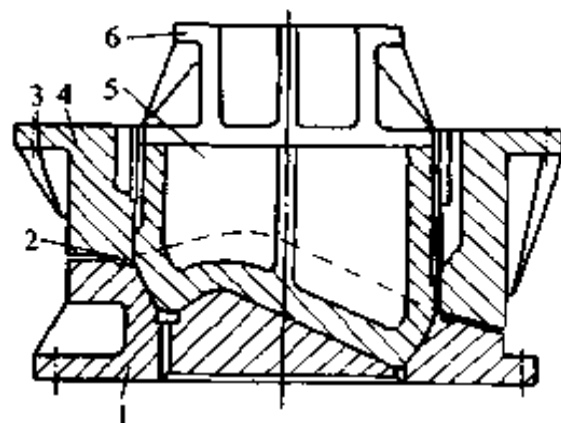


图 13-35 汽车前围外盖板拉深模

- 1—凸模固定座 2—凸模
3—导板 4—压边圈
5—凹模 6—顶件器

凸模如图 13-36 所示。凸模技术要求见表 13-26, 工艺过程见表 13-27。

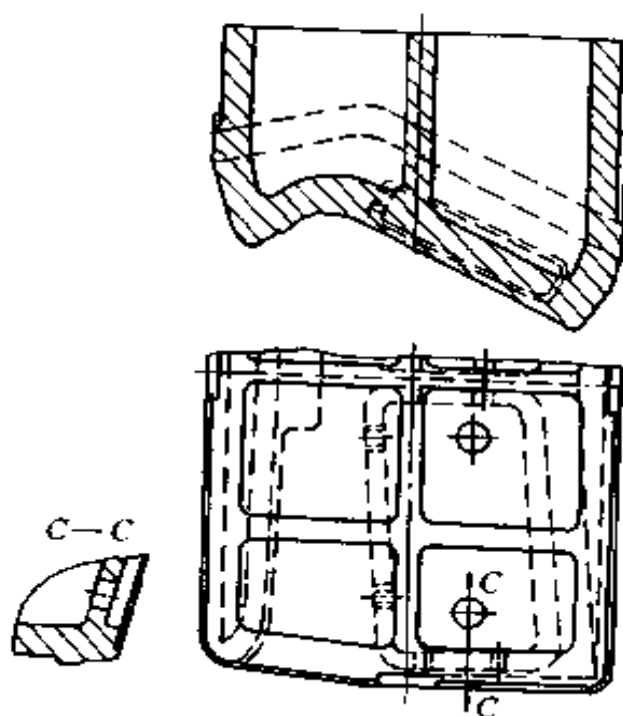


图 13-36 凸模

表 13-26 制造凸模的主要技术要求

序号	项 目	要 求
1	型面质量	1. 与样架的研合均匀, 接触面积 $\geq 80\%$ 2. 装饰棱线清晰、美观 3. 表面无波纹, 表面粗糙度 $R_a 0.8\mu\text{m}$
2	外轮廓精度	按主模的轮廓线, 允许每边加大 1~3mm
3	基面和导板 安装面	凸模的基面 (安装面) 应与冲压方向垂直 导板的安装面应与冲压方向平行
4	热 处 理	在凸出的筋和棱角处火焰淬火, 硬度 56~60HRC

表 13-27 凸模的艺过程

序号	工 序	工 艺 说 明
1	划线和钻起重孔	检查铸件加工裕量，划上平面线（考虑加工裕量），划、钻起重孔
2	刨基准面	按线精刨基准面（即安装面）
3	划 线	以安装面为基准，参照工艺主模型，划出中心线
4	仿形铣型面	按工艺主模型（拆去压料面）仿形加工型面，留研修余量。精铣时，采用小直径圆头锥度铣刀和小进刀量加工，以减少研修余量和得到清晰的外轮廓线
5	划 线	按仿形铣加工的刀痕，并参照工艺主模型，划出凸模的外轮廓线
6	插外轮廓	按线插外轮廓
7	划 线	划导板安装窝座的线
8	铣导板窝座	用龙门铣床加工窝座到尺寸。保证窝座底面与凸模安装面垂直
9	研修型面	先用风动砂轮机磨去仿形铣刀痕，然后在研配压力机上按样架研修型面。要求凸模型面与样架吻合、接触均匀，接触面积 $\geq 80\%$
10	精修棱线	锉修凸模型面上的装饰棱线，达到清晰、平直、光滑
11	抛 光	先用粗砂轮块手工推磨型面，消除风动砂轮机加工留下的凹坑和波纹，使整个型面匀称光滑；然后用砂布或毡轮抛光
12	热处理	在凸出的筋和棱角处进行火焰淬火
13	装 配	装导板和凸模固定板等

凹模如图 13-37 所示。凹模技术要求见表 13-28，工艺过程见表 13-29。

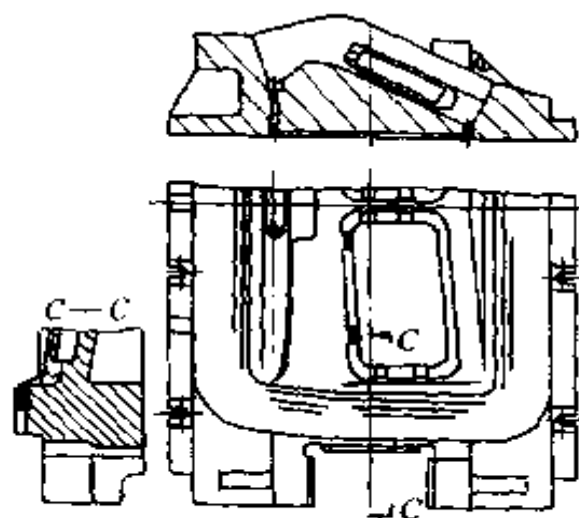


图 13-37 凹模

表 13-28 制造凹模的主要技术要求

序号	项 目	要 求
1	凹模型腔	形状与凸模吻合，并保持均匀的料厚间隙；表面粗糙度 $< R_a 0.8\mu\text{m}$ ；凹模圆角和凸出部分表面火焰淬火
2	压料面	形状应与压边圈吻合，并保持均匀的料厚间隙；粗糙度 $R_a 0.8\mu\text{m}$ ；表面火焰淬火
3	导板安装槽	与凹模底面垂直
4	安装槽	与凸模固定板和压料圈上的安装槽应同心，其位置度误差为 $\pm 1\text{mm}$

表 13-29 凹模的工艺过程

序号	工 序	工 艺 说 明
1	划线、钻起重孔	检查铸件质量，考虑型面及压料面的加工余量，划出基准面（底平面）线和起重孔线，钻起重孔
2	刨基面	按线精刨凹模底面，并刨两侧面及压板台
3	划 线	划中心线、导板槽线及安装槽线
4	铣导板槽及安装槽	按线铣导板槽、导板凸台上平面及安装槽到尺寸
5	铣型面	在仿形铣床上按样架铣凹模型腔及压料面，考虑料厚（间隙）1.0mm，留研修余量
6	研修型腔及压料面	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用风动砂轮机磨去仿形铣刀痕 2. 在研配压力机上按凸模研修凹模型腔，先达到全面均匀接触，然后在凹模口和斜度较大（$>45^\circ$）的部位垫几块小块的试冲板料试压，根据试冲料上压的印痕，修正凹模的间隙 3. 在研配压力机上按压料圈（已装压料筋）研修凹模压料面（包括压料筋槽），达到全面均匀接触。研修时，应注意压料筋槽槽口的圆角半径应尽量小些，使调整时有修磨量

53. 低熔点合金模具制造工艺有何特点？

答：低熔点合金模具是从七十年代就开始在我国发展并得到应用的一种简易模具。

低熔点合金模有如下特点：

1) 低熔点合金具有熔点低、有一定强度、与钢铁不粘、浇铸后有冷胀性等特性。利用这种特性，铸出凸、凹模及压边圈，能确保其几何形状及尺寸精度。

2) 低熔点合金的凸、凹模是浇铸而成的，一般不需精加工，可以大大缩短模具的制造周期。

3) 低熔点合金的凸、凹模及压边圈用完后可重新熔铸使用而性能稳定不变，可代替多套钢制的凸、凹模，节省优质钢材，减少钢模存放所占的生产面积。

4) 低熔点合金模简化了设计工作，故适用于新产品试制和小批量生产。这种技术对薄板、大型覆盖件模具制造尤为合适。例如，铸造一副大型覆盖件拉深成形模，铸模时间只需 10 多个小时。

但由于低熔点合金硬度低，强度也不高，而且价格较贵，限制了其使用。

低熔点合金模的制造采用铸模工艺。样件是低熔点合金模具铸模的依据，应根据产品零件结构和浇注工艺要求设计，用与制件壁厚相等的材料制作。如图 13-38 所示，它由内腔、外腔和内外挡墙组成，内、外挡墙分隔合金，使其形成凸模、凹模和压料圈三部分。为了铸模方便，样件上有许多小孔，以便内、外腔合金互相流通。

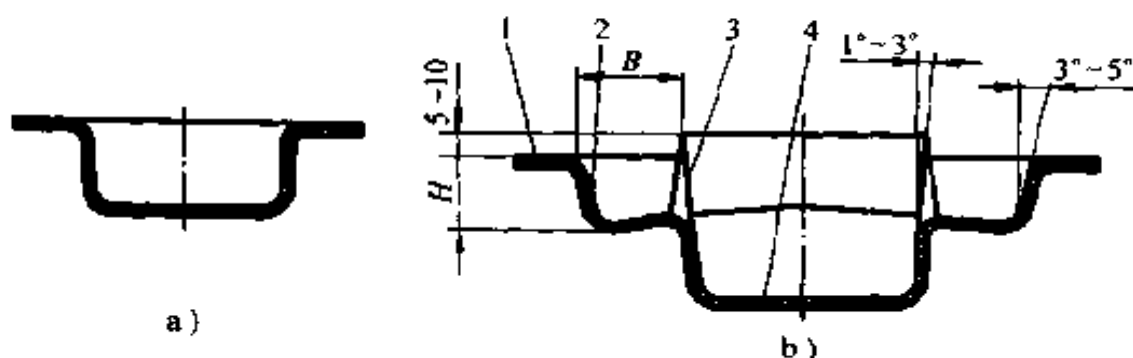


图 13-38 样件

a) 简单样件 b) 复杂样件

1—样件凸缘 2—外挡墙 3—内挡墙 4—合金溢流孔

H —合金压边圈高 B —合金压边圈宽

铸模样件应满足的要求是：必须保证正确的几何形状和尺寸，以及较小的表面粗糙度。样件为薄壁大型零件，在铸

模和搬运过程中极易产生变形和损坏，因此必须具有足够的强度和刚性。此外，样件壁厚必须均匀一致，以保证凸模、凹模之间的间隙均匀一致。制作样件时必须有脱模斜度，不允许有与分模方向相反的斜度，不允许有搭接焊缝。样件的制作方法有手工钣金成形、玻璃钢糊制和用制件改制等几种。

低熔点合金模具的铸模工艺可以分为自铸模和浇注模两大类。自铸模工艺如图 13-39 所示，先把

熔箱内的合金熔化，

浸样件入熔箱，凸模联接板与凸模座下降，使联接板与合金完全接触，待合金冷却凝固后进行分模，取出样件。凡在专用的

低熔点合金自铸模压机上或在普通液压机、压力机上铸模的都称为机上自铸模，

如果在机外进行铸模，则称为机下铸模，即浇注模。浇注模工艺是把样件和其他零部件预先安装调整好，将熔化后的合金浇注到组装好的熔

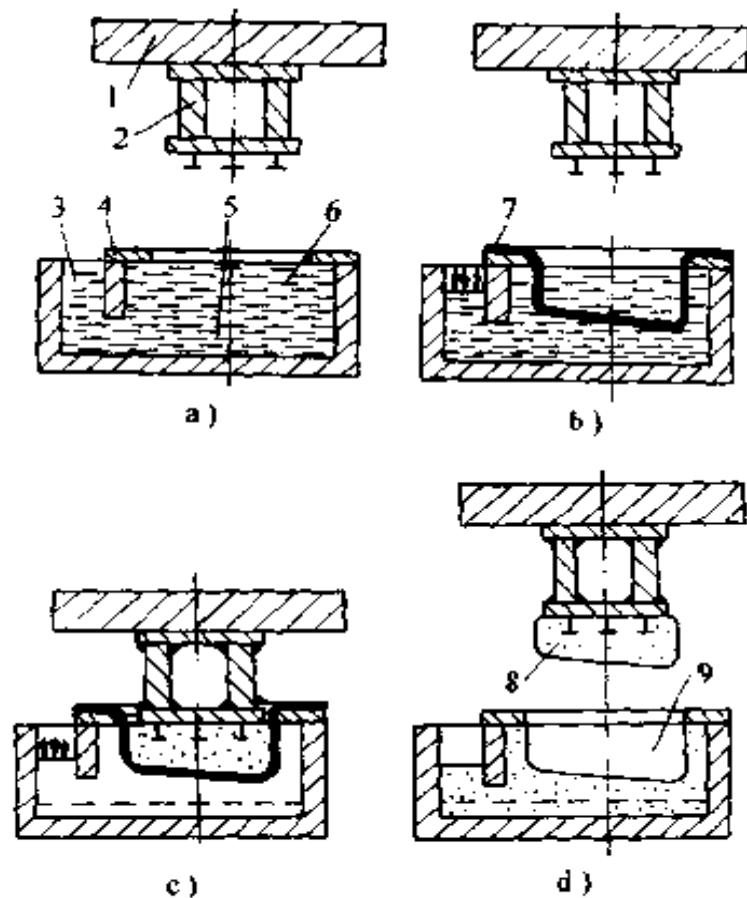


图 13-39 自铸模工艺示意图

a) 熔合金 b) 浸入样件

c) 合模制造凸、凹模 d) 冷却凝固后取出样件

1—上模板 2—凸模座 3—副熔箱

4—凹模板 5—加热板 6—合金

7—样件 8—合金凸模 9—合金凹模

箱内，待合金冷却后进行分模，样件将合金分割成凸模和凹模。

54. 锌合金模具制造工艺有何特点？试举例加以说明。

答：锌合金模具是用高强度锌合金材料通过铸造或挤压等加工法制作的简易模具。用锌合金可以做成各种性质的模具，如落料、冲孔、修边、拉深、弯曲、成形等单工序模，还可以做成级进模和复合模。锌合金材料除作为模具成形零件外，还可以做为模具的结构件使用，如上、下模板、导向板、卸料板等。

锌合金模具的成形零件采用铸造或塑性加工方法制成，它与普通钢模的制造相比，节省了加工工序，且不需要热处理，也不需要调整模具的冲裁间隙。因此，具有制模工艺简单、周期短、成本低的特点。其制模周期与普通钢模相比，可以缩短 $1/2$ 左右，制模成本可减少 $1/3 \sim 1/2$ 。锌合金模具与其他快速制做的模具相比，具有应用范围广、寿命较高等优点，而且可以用来冲压各种金属材料与非金属材料，冲压件精度与钢模冲压加工的零件精度基本上相同。

锌合金模具制模工艺方法如下：

1) 直接铸造法。这种方法以制成的工具凸模为模样，在它的外面按凹模外廓尺寸制做凹模框，将熔化的锌合金注入模框内形成凹模，待凹模冷凝后，将凸、凹模分开，经过对工作面稍许加工即可用于冲裁生产。浇注凹模时，钢凸模要预热（一般为 $150 \sim 200^{\circ}\text{C}$ ），合金浇注温度为 $420 \sim 450^{\circ}\text{C}$ 。对于中小尺寸、简单轮廓形状的冲裁模，可在组装模架后浇注锌合金，如图 13-40 所示。形状复杂而尺寸又较大的锌合金冲裁凹模一般在模架外浇注成形，经修整加工后再装到模架上，如图 13-41 所示。

2) 样件浇铸法。常用的样件制作方法是根据制件图由钣金工制作，或是把现有的制件加以改造而成。制作样件的材料尽可能与制件相同。为了在浇注时限制合金随意流动，使其达到模具外形轮廓尺寸，还需设模框。采用样件铸造时，先用型砂将样件垫实，并找好有关基准。将模框放置在样件上，浇注合金凸模，然后，翻转过来，将样件固定在锌合金凸模

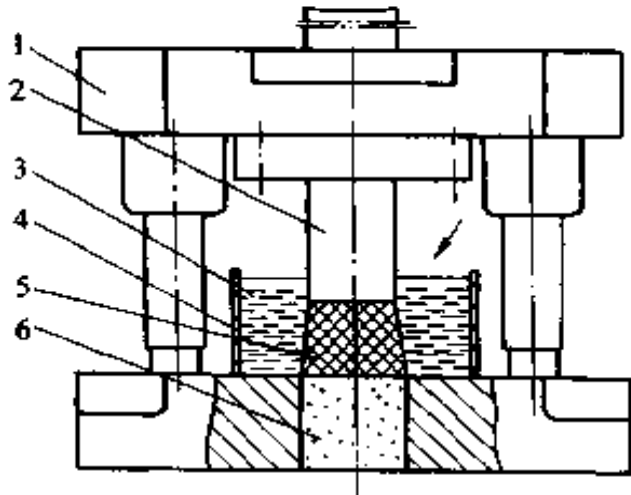


图 13-40 模架内浇注示意图

- 1—上模板 2—凸模 3—锌合金
4—凹模框 5—排料口型芯 6—型砂

上，再浇注凹模。对于中小尺寸且壁厚较大、刚性较好的样件，则可对凸模、凹模同时进行浇注。由于用样件相隔，因而能达到一次成型的目的。浇注时，为了防止样件变形，应采用雨淋式浇口。用样件铸造锌合金模具的方法如图 13-42，图 13-43 所示。

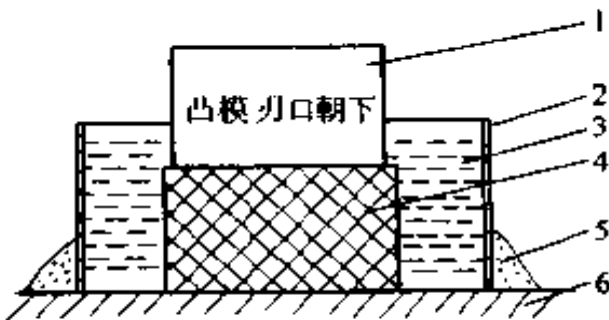


图 13-41 模架外浇注示意图

- 1—凸模 2—模框 3—锌合金
4—排料口型芯 5—型芯 6—平台

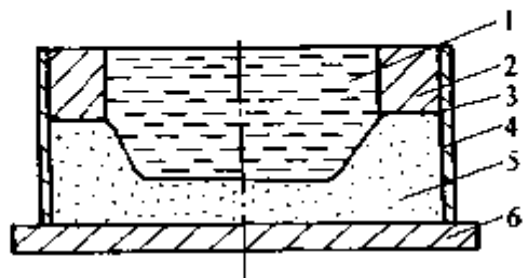


图 13-42 样件法浇铸
锌合金凸模

- 1—锌合金凸模 2—垫块 3—样件
4—围框 5—型砂 6—平台

3) 用锌合金凸模浇铸锌合金凹模。这种制模方法是以凸模为基准做为铸模的金属模样，然后浇注锌合金凹模，所得凹模表面光洁，力学性能好，凸、凹模间互相配合尺寸精度高，收缩与变形可得到控制。

4) 砂型铸造法。制模工艺是：制作木模型→造型→熔化合金→浇铸成形→清砂→组装。制作模样的材料可用木料、石膏、石蜡、环氧树脂塑料等，但较常用的是木料和石膏。一般采用手工方法先制作凸模模样。凹模模样是以凸模模样为基准，在其表面敷贴一层与制件厚度相等的材料形成间隙层，然后浇注石膏而获得凹模模样。

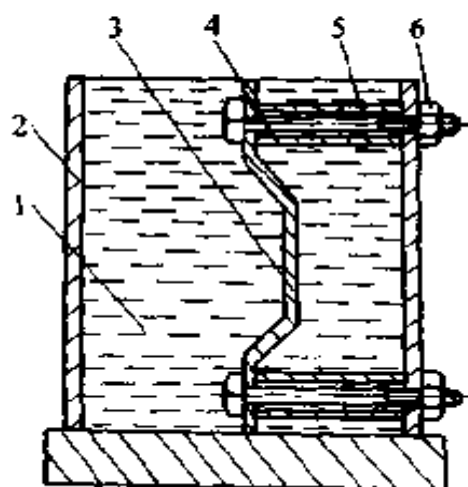


图 13-43 样件垂直浇铸法
1—锌合金 2—围框 3—样件
4—螺栓 5—套筒 6—螺母

铸型采用砂箱造型，一般为湿砂型浇注，若采用干砂型浇注则更好。砂型铸造如图 13-44、图 13-45 所示。

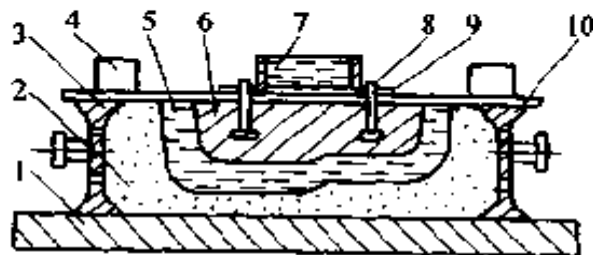


图 13-44 凸模浇铸工艺

1—平台 2—型砂 3—砂箱 4—压箱铁
5—锌合金凸模 6—冷铁 7—雨淋浇
口箱 8—螺栓 9—调整板 10—吊架

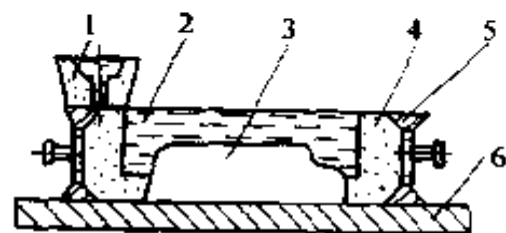


图 13-45 凹模浇铸工艺

1—浇口箱 2—锌合金
凹模 3—锌合金凸模
4—型砂 5—砂箱
6—平台

5) 挤切法。如图 13-46 所示, 它利用锌合金材料硬度比钢凸模低的特点, 用钢凸模对锌合金凹模坯料进行挤压切削, 以获得所需的凹模刃口。挤切法制得的凸模、凹模之间的间隙为零, 且分布均匀一致, 为冲压时获得动态平衡间隙创造了必要的条件。这种制模法简单, 质量好, 主要用于形状复杂的型孔加工。加工凹模时, 将锌合金坯料放在平板上, 在钻排孔后通过凸模压印、进行挤切加工。挤切加工余量一般为 $0.2 \sim 0.5\text{mm}$, 应注意沿轮廓均匀分布。也可通过铸造的方法预先将型孔铸出, 适当留出挤切余量, 然后进行挤切加工。

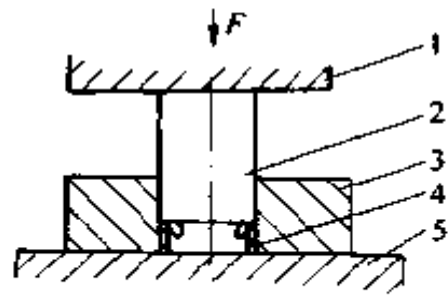


图 13-46 挤切制模示意图

1—滑块 2—凸模

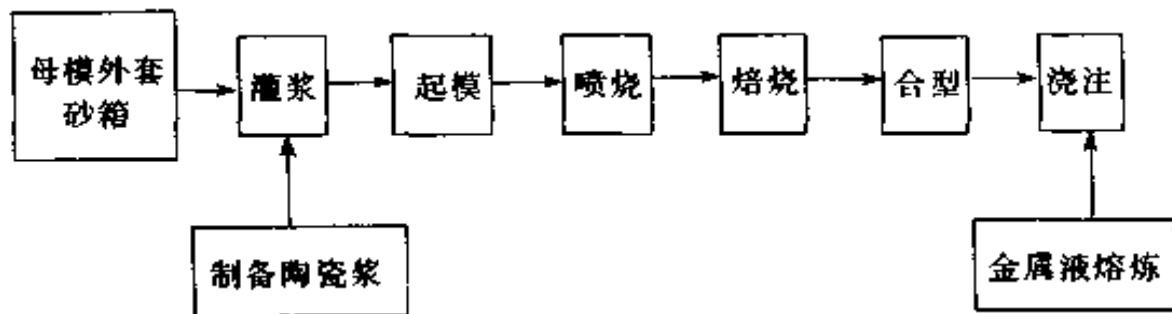
3—锌合金凹模

4—挤切部分 5—平台

55. 陶瓷型铸造工艺有何特点?

答: 陶瓷型铸造分整体陶瓷型 (整个铸型由陶瓷浆形成) 和复合陶瓷型 (铸型表面工作层由陶瓷浆形成, 而底套部分由水玻璃砂砂套或金属套形成)。复合陶瓷型可节省大量昂贵的陶瓷浆粘结剂, 在大件生产时效果更显著。而金属套只适用于大批量生产。

整体陶瓷型铸造的工艺流程如下:



砂套复合陶瓷型铸造过程如图 13-47 所示。

陶瓷型铸造可以有效地用来制造铸造用铸铁金属型、合金钢锻模、注塑或橡胶件生产用的钢模、铜合金模以及玻璃成型的模具，模具工作面上可铸出复杂、光滑的花纹，尺寸精确，模具的耐蚀性和工作寿命也较高。

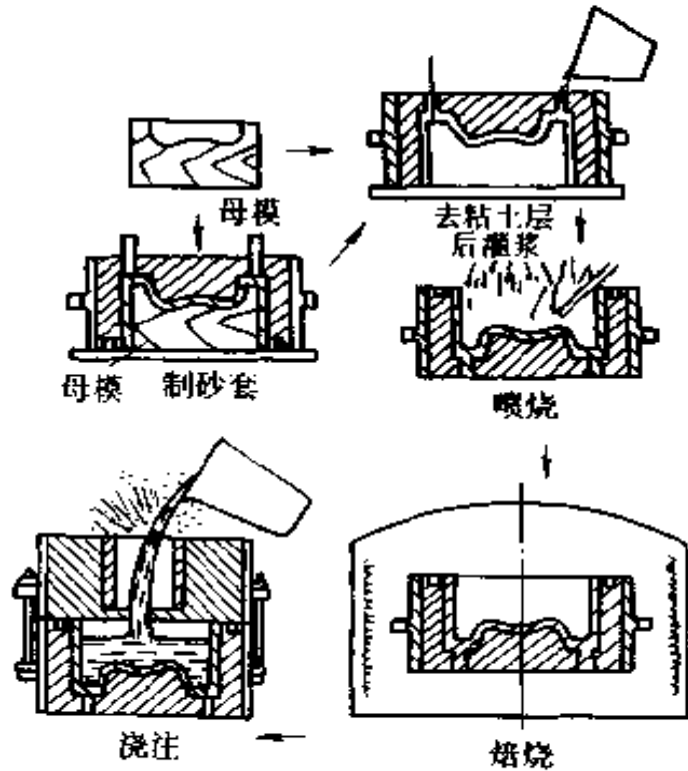


图 13-47 砂套复合陶瓷型铸造过程示意图

56. 硬质合金模具制造工艺有何特点？

答：硬质合金常用于制造冲裁模的凸模和整体凹模或凹模拼块，拉深模、弯曲模的凸模和凹模以及拉丝模、冷镦模等。

制造硬质合金凸模或镶拼式凹模块，可以用外圆磨削、平面磨削或成形磨削的方法加工；整体硬质合金凹模，可以用内孔磨削、电火花穿孔或电火花线切割的方法加工。磨削

或电加工以后达不到要求时，应由钳工进行研磨加工。磨削加工时，要选择刚性好、振动小的机床，合适的砂轮（一般采用绿碳化硅或人造金刚石砂轮）和切削规范。对凹模进行电火花加工穿孔时，用银钨合金制作电极可使被加工件得到较好的表面质量。此外，还可采用超声波加工（冲击磨）。

57. 钢结硬质合金模具制造工艺有何特点？试举例加以说明。

答：钢结硬质合金的性能介于一般合金工具钢和普通硬质合金之间，它是以钢基体作为粘结相，以金属碳化物作为硬质相，采用粉末冶金工艺方法烧结而制成的。

用合金工具钢钢结硬质合金 TLMW50 制造 E 形硅钢片落料冲孔复合模（见图 7-34），可取得较好的效果，刃磨一次可冲 17 万片，比用 Cr12MoV 制造的同类模具的刃磨寿命高 10 倍以上。这种合金以 WC 为硬质相，以铬钼钢为粘接相，具有可锻性和可切削性。加工态的硬度在 40HRC 左右，比 Cr12MoV 等合金工具钢高 2.5 倍左右，切削加工有一定的难度，在刀具角度、加工方法、砂轮选择、切削规范等方面应有所区别。例如，刨削加工可采用 YG6 刀片，刀具前角为 $-1^{\circ} \sim -2^{\circ}$ ，后角为 $6^{\circ} \sim 7^{\circ}$ ，主偏角为 45° ，刀尖圆弧半径为 $R2\text{mm}$ ；在干态下刨削，切削速度为 $8\text{m}/\text{min}$ ，背吃刀量为 0.5mm ，进给量为 $0.2\text{mm}/\text{r}$ 。由于表面有硬化层，故第一次背吃刀量应为 $1 \sim 1.5\text{mm}$ ，以防止刀具崩刃。车削加工可采用 YG8 刀片，刀具前角为 -5° ，后角为 $6^{\circ} \sim 7^{\circ}$ ，主偏角为 45° ；在干态下车削，切削速度为 $7\text{m}/\text{min}$ ，背吃刀量 2mm ，进给量 $0.5\text{mm}/\text{r}$ 。钻加工时的主轴转速采用 $125\text{r}/\text{min}$ ，手动进给，在干态下钻孔，注意排屑。磨削加工

时采用湿磨，淬火前用绿碳化硅砂轮磨削，砂轮进给量为 0.01mm/r ，纵向进给速度为 10m/min ，横向进给为手动。淬火后用人造金刚石砂轮磨削，砂轮进给量为 0.01mm ，纵向进给速度为 $6\sim 8\text{m/min}$ ，横向为手动进给。磨后表面粗糙度值达 $R_a 0.4\mu\text{m}$ ，平行度误差为 $100\text{mm}:0.005\text{mm}$ 。

为了增加凹模的强度，可在凹模外面加模套，凹模外形与模套上的孔保持 $0.03\sim 0.06\text{mm}$ 的过盈量。凹模与模套用常温下冷压装配或 600°C 左右的热压装配都不适宜，前者容易将凹模压裂，而后者容易因局部升温而使凹模产生裂纹，或温度升高后的膨胀量超过过盈量，因此，通常采用温热装配法。此外，为了保证装配工作的顺利，必须预先测量和计算。

58. 什么叫模具 CAD/CAM 一体化技术？

答：模具 CAD/CAM 技术包括如下内容：

(1) 模具 CAD 技术

模具的计算机辅助设计，即模具 CAD，是应用计算机系统协助人们进行模具设计，工艺分析和绘制图样的技术。

模具 CAD 技术包括硬件系统和软件系统。

1) 模具 CAD 的硬件系统。模具 CAD 使用的硬件是计算机（包括工作站、微机），输入设备（数字化仪等），输出设备（打印机、绘图机等）。

2) 模具 CAD 软件系统，包括以下方面：

①几何造型功能。设计者输入必要参数，利用软件功能建立起几何模型，以此作为型腔生成、制件重量控制、NC (CNC) 加工指令输出的依据。

②模具设计。其功能有产品分析、强度分析、冷却分

析, 工艺参数优化等, 并可根据产品成形特点、开模方式等因素, 通过交互式方法选择所需模架和标准件。

③绘图功能。主要指三维模型向二维模型的转换, 二维工程图的绘制。

④各种数据库。有工艺参数数据库、模具材料数据库、产品材料性能数据库、模具标准件数据库等。

⑤用户界面。

(2) 模具 CAM 技术

模具的计算机辅助制造, 即模具 CAM, 是指应用计算机和数字技术生成与模具制造有关的数据, 并控制其制造过程。目前的模具 CAM 技术主要用于模具零件的数控加工和数控测量方面。

模具 CAM 的硬件主要是计算机输出设备和各种 NC、CNC 加工设备。

模具 CAM 软件功能应具备:

- 1) 基本功能。
- 2) 铣削编程功能 (三轴以上多曲面无干涉)。
- 3) 车削编程功能。
- 4) 孔加工编程。
- 5) 线切割编程。
- 6) 电火花 (通用电极) 加工编程。
- 7) 刀具偏置。
- 8) 后置处理功能。

(3) 模具 CAD/CAM 一体化技术

模具 CAD/CAM 技术是将两者技术结合在一起, 解决模具的设计和加工。

模具 CAD/CAM 系统的功能结构如图 13-48 所示。

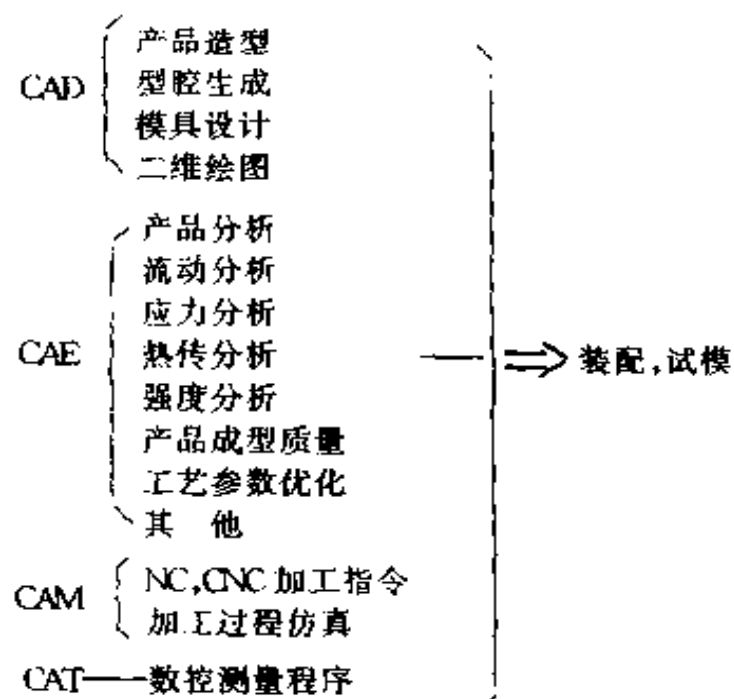


图 13-48 模具 CAD/CAM 系统的功能结构

第十四章 模具的装配

1. 冲裁模装配过程及步骤有哪些？

答：冲裁模的装配过程及步骤如下：

(1) 熟悉模具装配图 装配图是进行装配工作的主要依据。在装配图上，一般绘有模具的正面剖视图。固定部分（下模）的俯视图和活动部分（上模）的仰视图。对于结构复杂的模具，还绘有辅助的剖视图和剖面图。

在正面剖视图上标有模具的闭合高度。如果冲裁模规定用于自动冲压机或固定式自动冲压机时，还标有下模座底平面到凹模上平面的距离。

在装配图的右上方，绘有冲制件的形状、尺寸和排样方法。当冲制件的毛坯是半成品时，还绘有半成品的形状和尺寸。

在装配图的右下方标明模具在工艺方面和设计方面的说明及对装配工作的技术要求。例如：凸、凹模的配合间隙、模具的最大修磨量和加工时的特殊要求等。在说明下面还列有模具的零件明细表。

通过对模具装配图的分析研究，可以了解该模具的结构特点、主要技术要求、零件的连接方法和配合性质。制件的尺寸形状及凸、凹模的间隙要求等。以便确定合理的装配基准、装配顺序和装配方法。

(2) 组织工作场地及清理检查零件

1) 根据模具的结构和装配方法，确定工作场地。

2) 准备好装配时需要用的工、量、夹具,材料及辅助设备。

3) 根据模具装配图及零件明细表清点和清洗零件,并检查主要零件的尺寸精度,形位精度和表面粗糙度。

(3) 对模具的主要部件进行装配 如凸模与凸模固定板的装配和上、下模座的装配等。

(4) 装配模具的固定部分 冲裁模的固定部分主要是指与下模座相联接的零件,如凹模、凹模固定板、定位板、卸料板、导柱和下模座等。模具的固定部分是冲裁模装配时的基准部分,下模座则是这一部分部件的装配基准件。

如果在调整凸、凹模间隙时只调整凸模的相对位置,则在固定部分装配完成后,用定位销将凹模与凹模固定板加以定位和固定。

(5) 装配模具的活动部分 模具的活动部分主要是指与上模座相联接的部分零件,如凸模、凸模固定板、模柄、导套和上模座等。模具的活动部分要根据固定部分来装配。

(6) 调整模具的相对位置 将模具的活动部分和固定部分组合起来,调整凸模与凹模的配合间隙,使间隙均匀一致。

(7) 固定模具的固定部分 如果模具的固定部位尚未固定,在调整凸、凹模间隙之后,用定位销将凹模或凹模固定板定位后,固定在下模座上。固定以后还要检查一次固定好的凸、凹模的配合间隙。

(8) 固定模具的活动部分 用定位销将凸模或凸模固定板定位、固定在上模座上,并拧紧全部紧固螺钉。固定以后还要再检查一次配合间隙。

(9) 检查装配质量 包括对模具的外观质量。各部件的

固定联接和活动联接的情况及凸、凹模配合间隙的检查等。

(10) 试冲和调整 试冲和调整是对模具最后和最重要的检查。包括将装配完毕的模具安装到指定的压力机上进行试冲，并按图样要求检查冲裁件的质量等。如果冲裁件的质量不符合要求，则应分析原因，并对模具作进一步的调整，直到试冲的制件符合要求为止。

2. 冲裁模的装配要点有哪些？

答：装配是模具制造最重要的工序。模具的装配质量与零件加工质量及装配工艺有关。而模具的拼合结构又比整体式结构的装配工艺要复杂，冲裁模的装配要点如下：

1) 装配时首先选择基准件，根据模具主要零件加工时的相互依赖关系来确定。可以用作基准件的一般有凸模、凹模、导向板、固定板。

2) 装配次序是按基准件安装有关零件。

以导向板作基准进行装配时，通过导向板将凸模装入固定板，再装入上模座，然后再装凹模及下模座。

固定板具有止口的模具，可以用止口作定位装配其他零件（该止口尺寸可按模块配制后，一经加工好就作为基准）。先装凹模，再装凸凹模及凸模。

当模具零件装入上、下模座时，先装基准件，并在装好后检查无误，钻铰销钉孔，打入定位销。后装的在装妥无误后，要待试冲达到要求时，才钻铰销钉孔，打入定位销。

3) 导柱压入下模座后，除要求导柱表面与下模座平面间的垂直度误差符合要求外，还应保证导柱下端面离下模座底面有1~2mm的距离，以防止使用时与压力机台面接触。

4) 导套装入上模座后，然后与下模座的导柱套合。套合后，要求上模座能自然地由导柱上滑下，而不能有任何滞

涩现象。

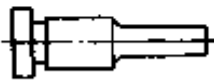

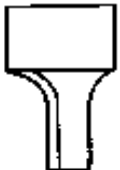

5) 调整凸、凹模间隙。

6) 冲模试冲时, 可用切纸试冲, 检查切下处是否都是光边和毛边, 如不一致, 说明间隙不够均匀, 需要校正后再试冲, 直到合乎要求为止。然后在装配时尚未固定定位销的上模座或下模座用定位销进行定位。

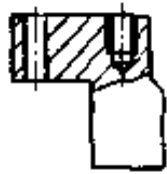
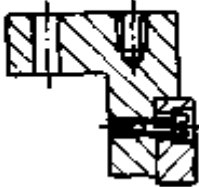
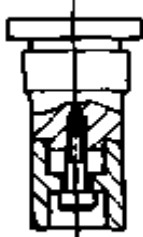
3. 常见冲模凸模形式有哪些?

答: 常见凸模形式见表 14-1。

表 14-1 常用凸模形式

简图	特点	适用范围
	典型圆凸模结构。下端为工作部分, 中间的圆柱部分用以与固定板配合(安装), 最上端的台肩承受向下拉的卸料力	冲圆孔凸模, 用以冲裁(包括落料、冲孔)
	直通式凸模, 便于线切割加工, 如凸模断面足够大, 可直接用螺钉固定	各种非圆形凸模用以冲裁(包括落料、冲孔)
	断面细弱的凸模, 为了增加强度和刚度, 上部放大	凸模受力大, 而凸模相对来说强度、刚度薄弱
	凸模一端放长, 在冲裁前, 先伸入凹模支承, 能承受侧向力	单面冲压的凸模

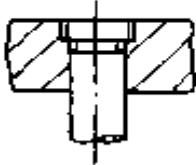
(续)

简图	特点	适用范围
	<p>整体的凸模结构上部断面大，可直接与模座固定</p>	<p>单面冲压的凸模</p>
	<p>凸模工作部分组合式</p>	<p>节省贵重的工具钢或硬质合金</p>
	<p>组合式凸模，工作部分轮廓完整，与基体套接定位</p>	<p>圆凸模，节省工作部分的贵重材料</p>

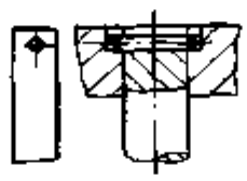
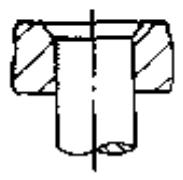
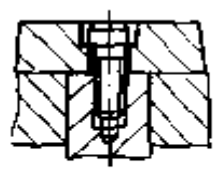
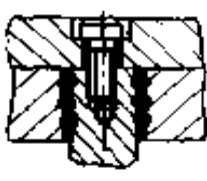
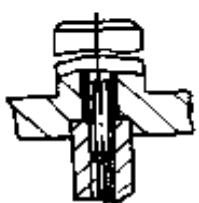
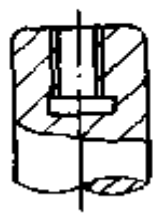
4. 常见冲模凸模固定形式有哪些？

答：冲模凸模固定形式见表 14-2。根据固定方法的不同，其固定形式也各不相同。其固定方法主要有机械固定方法、物理固定方法，化学固定方法等。

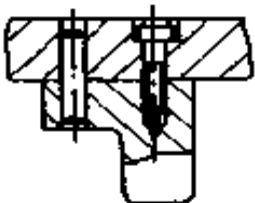
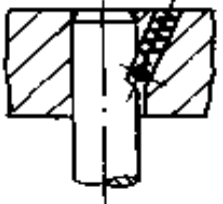
表 14-2 常见的凸模固定形式

结构简图	特点
	<p>凸模与固定板紧配合，上端带台肩，以防拉下。圆凸模大多用此种形式固定</p>

(续)

结构简图	特 点
	<p>直通式凸模，上端开孔，插入圆销以承受卸料力</p>
	<p>用于断面不变的直通式凸模，端部回火后铆开</p>
	<p>凸模与固定板配合部分断面较大，可用螺钉紧固</p>
	<p>用环氧树脂浇注固定</p>
	<p>上模座横向开槽，与凸模紧配合，用于允许纵向稍有移动的凸模</p>
	<p>凸模以内孔螺纹直接紧固于压力机，用于中小型双动压力机</p>

(续)

结构简图	特 点
	<p>用螺钉和圆销固定的凸模拼块，也可用于中型或大型的凸模</p>
	<p>负荷较轻的快换凸模，冲件厚度不超过 3mm</p>

5. 凸模的机械固定方法有哪些？

答：凸模的机械固定方法及特点如下：

1) 直接固定在模座上。如图 14-1 所示，图 a 适用于横截面较大的凸模；图 b 适用于窄长的凸模。

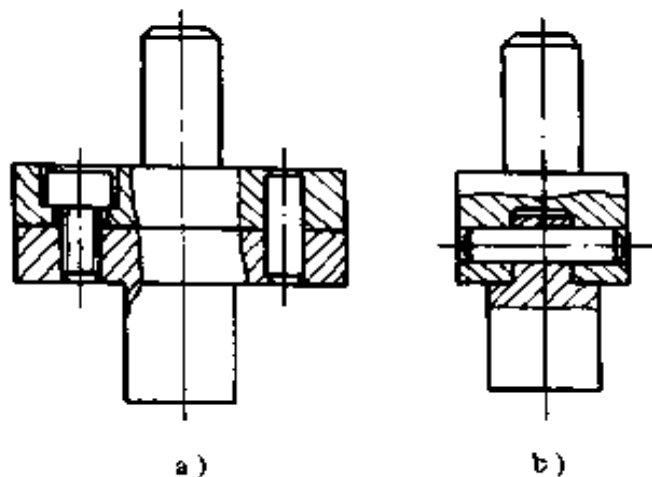


图 14-1 直接固定在模座上的凸模

2) 用固定板固定。如图 14-2 所示, 图 a 为台肩固定, 适用于固定端形状简单 (一般为圆形或矩形), 卸料力较大的凸模; 图 b 为铆接固定, 适用于卸料力较小的凸模; 图 c 为用螺钉从上拉紧的固定形式; 图 d 为锥柄固定, 适用于较小直径的凸模。

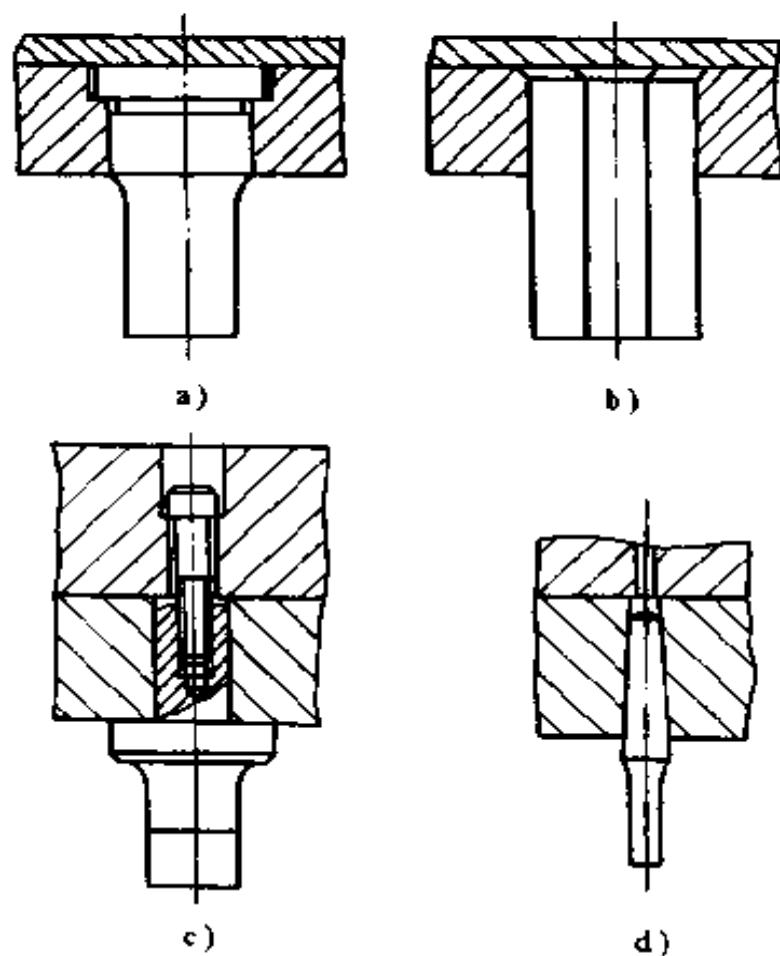


图 14-2 用固定板固定的凸模

如果凸模的工作端为非圆形, 固定端为圆形, 则必须考虑防转措施, 如图 14-3 所示。

3) 快换式固定法。如图 14-4 所示, 适用于小批生产、使用通用模座的凸模或易损凸模。

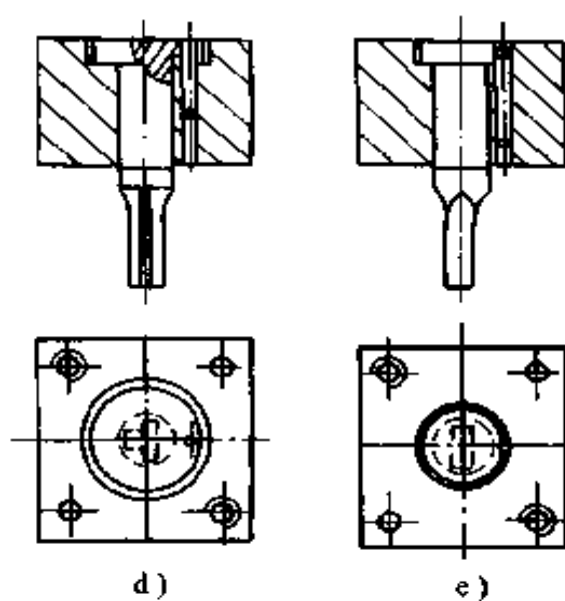
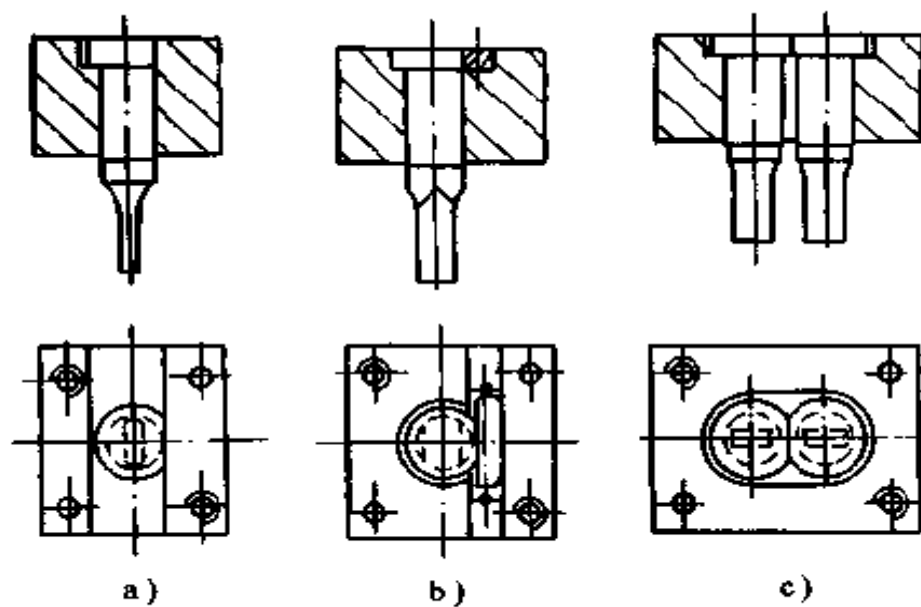


图 14-3 凸模的防转方法

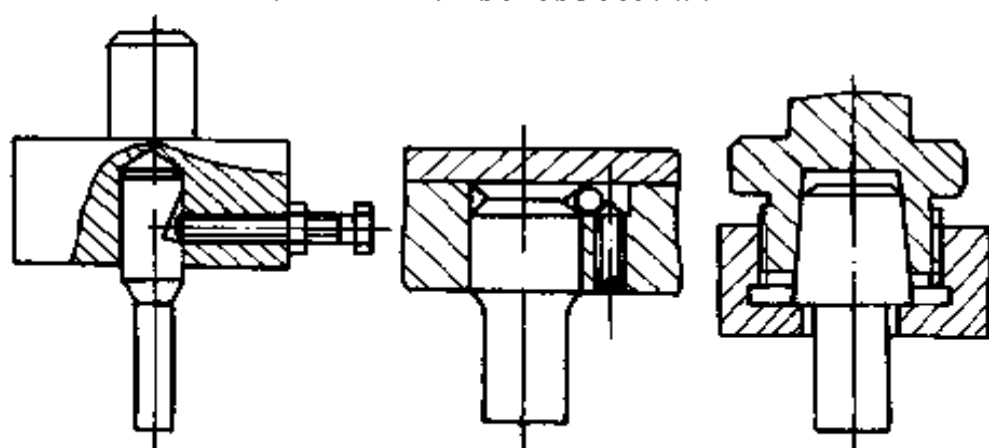


图 14-4 凸模快换式固定法

6. 凹模机械固定方法有哪些？

答：凹模机械固定方法及特点如下：

1) 用螺钉、销钉直接固定在模座上，如图 14-5a 所示，适用于圆形或矩形板状凹模的固定。

2) 用固定板固定，如图 14-5b 所示，凹模与固定板采用过渡配合 H7/m6，多用于圆凹模的固定。

3) 快换式凹模的固定，如图 14-5c、d 所示。

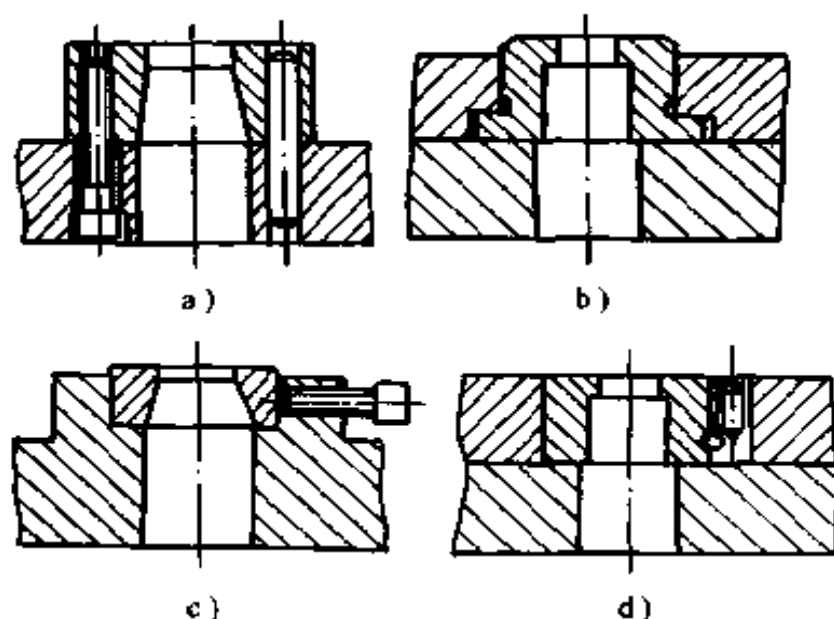


图 14-5 凹模的机械固定方法

7. 凸模与凹模的物理固定方法有哪些？

答：凸模与凹模物理固定方法及特点如下：

(1) 低熔点合金浇注固定法 低熔点合金浇注固定法是利用低熔点合金冷却膨胀的原理，使凸模、凹模与固定板之间获得具有一定强度的联接，其常见的联接形式如图 14-6 所示。

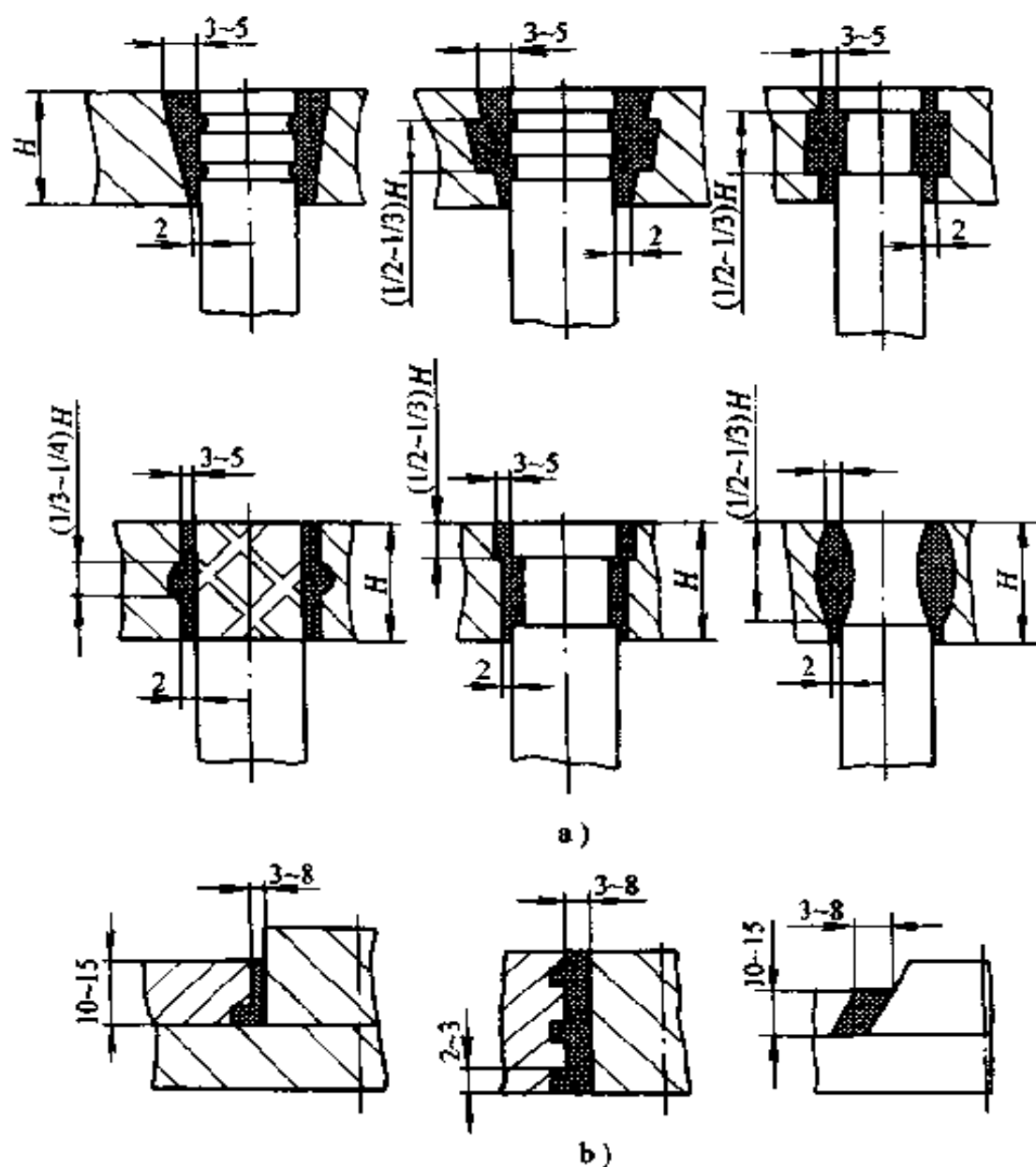
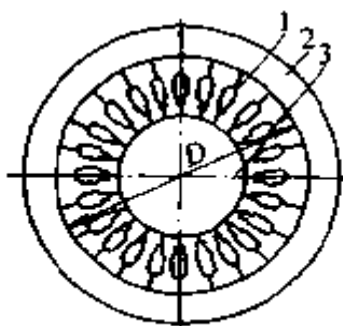
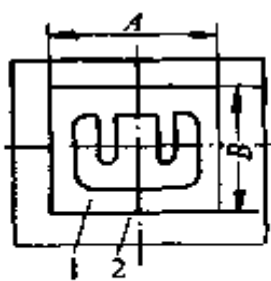
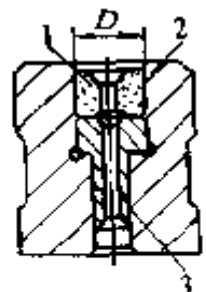


图 14-6 低熔点合金浇注固定法
a) 固定凸模形式 b) 固定凹模形式

(2) 热套固定法 热套固定法用于固定凹、凸模拼块及硬质合金模具，其工艺概要见表 14-3。

表 14-3 热套工艺法概要

冲模结构	拼块结构冲模	硬质合金冲模	钢球冷激模
示 图	 <p>1—拼块 2—套圈 3—定位圈</p>	 <p>1—硬质合金凹模 2—套圈</p>	 <p>1—硬质合金凹模 2—套圈 3—支承座</p>
过盈	$(0.001 \sim 0.002) D$	$(0.001 \sim 0.002) A$ $(0.001 \sim 0.002) B$	$(0.005 \sim 0.007) D$
加热温度	300~400℃	400~450℃	800~850℃
套圈			
模块	-	200~250℃	200~250℃
说明	-	在热套冷却后, 再进行型孔加工 (如线切割等)	在零件加工完毕后热套
稳定处理	-	-	150~160℃ 保温 12~16h

注: 1. 上列过盈值为经验公式。

2. 加热温度视过盈量及材料热膨胀系数而定; 加热保温时间约 1h。

3. 模块要求有预应力的, 对套圈的强度要求高 (例如钢球冷激模套圈要求用 GCr15 钢锻造退火及加工后淬硬到 45~50HRC, 接触面、垂直度、平行度要求也高)。

8. 凸、凹模化学固定方法有哪些?

答: 化学固定方法及特点如下:

(1) 无机粘接法 其结构形式如图 14-7 所示, 粘接零

件表面愈粗糙愈好，一般粗糙度 R_a 为 $12.5 \sim 50\mu\text{m}$ ，单面间隙取 $0.2 \sim 0.4\text{mm}$ 。

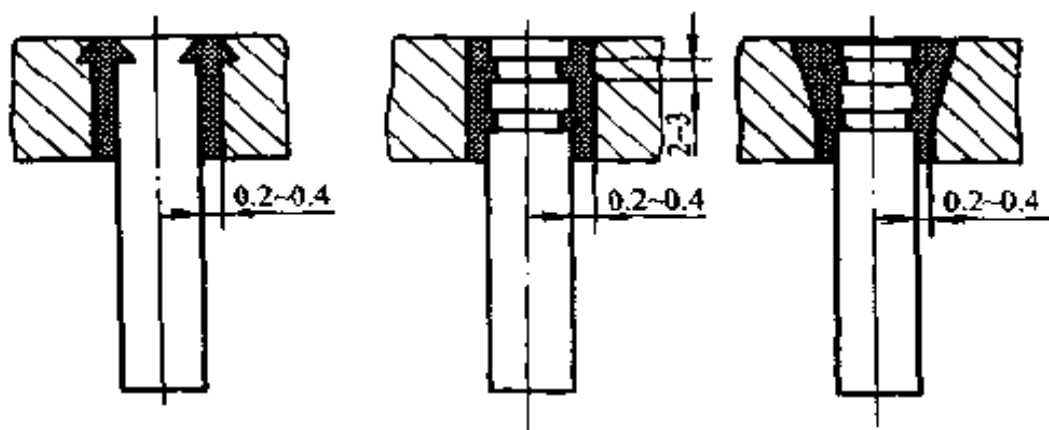


图 14-7 凸模的无机粘接法固定

(2) 环氧树脂粘接法 用环氧树脂粘接凸模或凹模的优点有：

1) 固定板上的型孔只需加工成近似凸（凹）模的粗糙轮廓，周边可按结合部分的形状放出 $1.5 \sim 2.5\text{mm}$ 的单边空隙以便于浇注，其粘接面的表面粗糙度可为 $R_a 50 \sim 12.5\mu\text{m}$ 。

2) 胶粘剂随用随配，不需特殊工艺装备。

3) 室温固化或只用红外线灯局部照射，没有热应力引起的变形。

4) 化学稳定性好，能耐酸、耐碱。

5) 固化后的抗压强度为 $87 \sim 174\text{MPa}$ ，抗剪强度为 $15 \sim 30\text{MPa}$ 。

6) 用于粘接细小和容易折断的凸模时，损坏后可取下重新浇注。

用环氧树脂浇注固定凸模的形式和固定板的型孔与凸模间隙大小，要按冲制件厚度而定。如图 14-8 所示，当冲制

材料厚度小于 0.8mm 时，采用图 a 和图 b 的固定方法；当材料厚度为 0.8~2mm 时，采用图 c 的固定方法；大尺寸的凸模和凹模的固定孔形式见图 d 和图 e。在固定孔中，应开垂直于轴线的环形槽。随着孔的增大，浇注槽的空隙也相应加大，一般以 1.5~4mm 为宜。

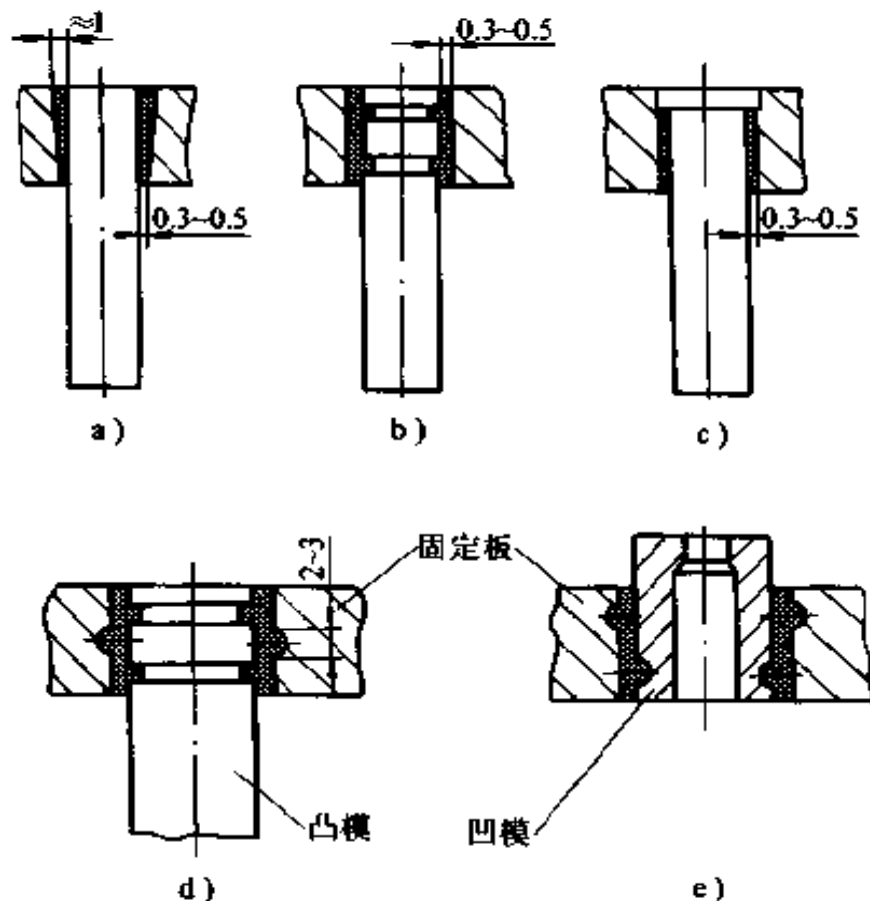


图 14-8 环氧树脂固定凸、凹模

浇注的方法是，先按模具间隙要求在凸模表面镀铜或均匀涂漆，并在浇注前用丙酮清洗凸模和固定板的浇注表面，然后将凸模垂直装于凹模型孔，如图 14-9 所示，凸模和凹模一起翻转 180°后，将凸模放进固定板孔中。同时，在凹模与固定板间垫以等高垫铁，并使凸模端面与平板贴合（平板上可预先涂一层黄油，以防粘模），即可进行浇注。浇注

后 4~6h 环氧树脂凝固硬化, 经 24h 以后即可进行加工、装配。

(3) 厌氧胶粘接法 厌氧胶全称厌氧性密封胶粘剂, 是一种既可用于粘接又可用于密封的胶。其特点是厌氧性固化, 即在空气(氧)中呈液态, 当渗入工件的缝隙与空气隔绝时, 在常温下自行聚合固化, 使工件牢固的粘接和密封。冲模和其他机械零部件采用厌氧胶粘接以后, 可用间隙配合取代过渡配合和过盈配合, 降低加工精度, 防止缩孔, 缩短装配时间。

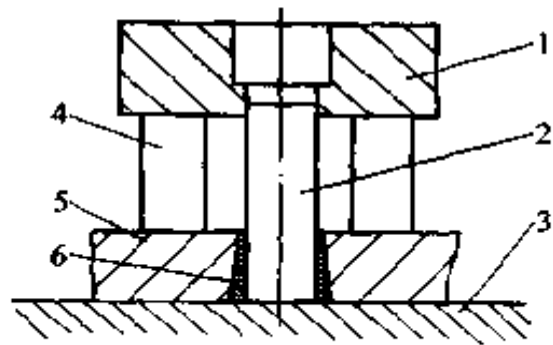


图 14-9 翻转浇注示意图
1—凹模 2—凸模 3—平板
4—等高垫铁 5—固定板
6—环氧树脂

9. 硬质合金块的固定方法有哪些?

答: 硬质合金块的固定方法主要有以下四种:

(1) 焊接固定法 如图 14-10 所示, 这种方法结构简单、操作方便。然而, 对于承受载荷大、焊接面积大、焊层将承受剪断载荷的场合, 应区别情况, 避免采用。

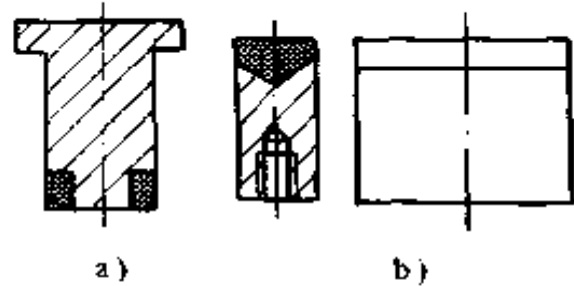


图 14-10 焊接固定法

(2) 用螺钉及斜楔机械固定法 如图 14-11 所示, 这种方法可靠, 目前应用得较广泛。

(3) 热套(或冷压)固定法如图 14-12 所示, 适用于工作时承受强烈载荷的模具。

(4) 粘接固定法 用环氧树脂或厌氧胶等粘接的固定法如图 14-13 所示。

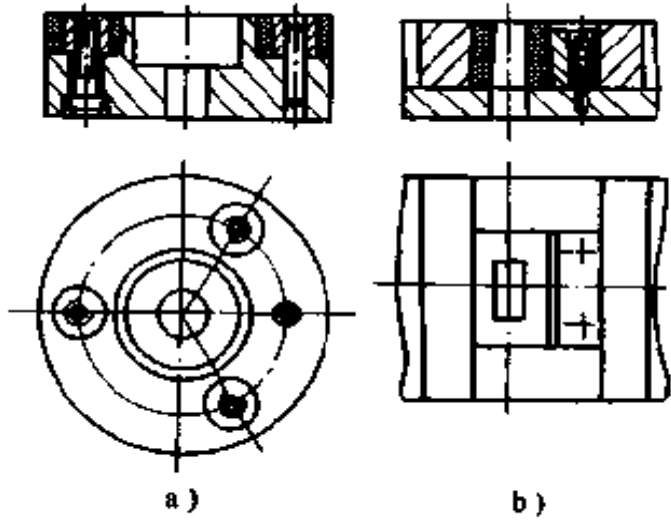


图 14-11 用螺钉及斜楔机械固定法

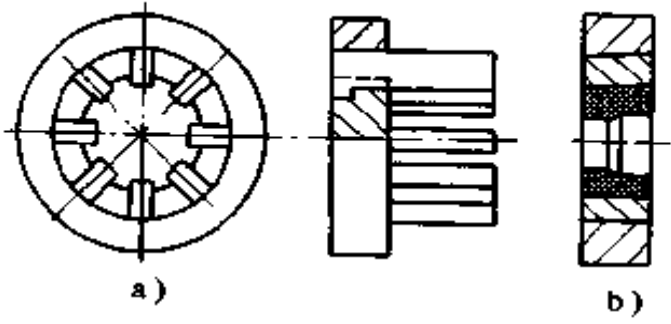


图 14-12 热套（或冷压）固定法

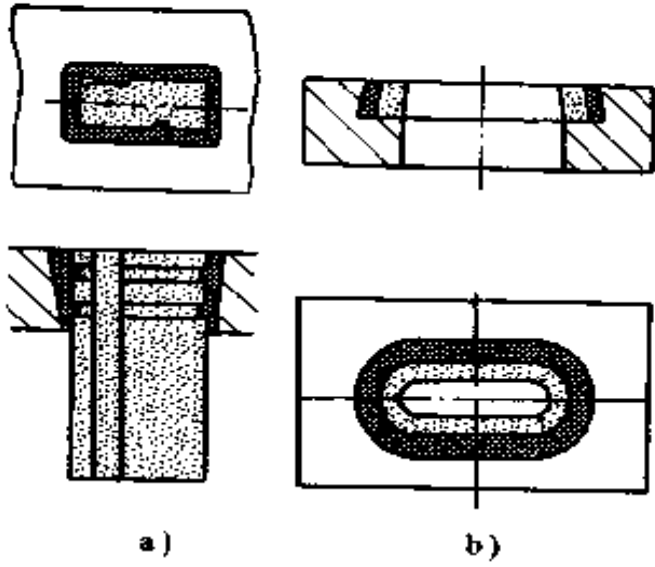


图 14-13 粘接固定法

中国

以上四种固定法，在一副模具上有时只用一种，有时二种方法并用，具体需根据硬质合金块形状合理的选择应用。

10. 镶拼式结构的凸、凹模的固定方法有哪些？各适用于哪些场合？

答：形状复杂和大型的凹模与凸模选择镶拼结构，可以获得良好的工艺性，局部损坏更换方便，还能节约优质钢材，对大型模具可以解决锻造困难和热处理设备及变形的问題，因此被广泛采用。

镶拼式凸、凹模的固定方法主要有：平面固定法，嵌入固定法、压入固定法、斜楔固定法及低熔点合金固定法。

(1) 平面固定法 这种方法是把拼好的镶块，用销钉和螺钉直接在模板上定位和固定，其结构形式如图 14-14 所示。图 a、b 所示结构用销钉定位，螺钉固定，用于冲裁件厚度小于 1.5mm 的大型凸、凹模；图 c 所示结构用销钉定位，螺钉加上止推键将拼块固定在模板上，用于冲裁件厚度为 1.5~2.5mm 的大型冲模；图 d 所示结构利用销钉、螺钉将镶拼的凸、凹模固定在模板的凹槽内，止推强度更大，用于冲裁件厚度大于 2.5mm 大型冲模的固定；图 e 用螺钉固定，适用于大型圆凸模；图 f 适用于大型剪切凸模；图 g 适用于孔距尺寸很小的多排矩形孔的冲裁凸模。

(2) 嵌入固定法 这种方法是把拼合的镶块嵌入两边或四周都有凸台的模板槽内定位，采用基轴制过渡配合 K7/h6，然后用螺钉、销钉或垫片与楔块（或键）紧固，如图 14-15 所示。图 a 为螺钉固定嵌入结构；图 b 为用垫片嵌入固定结构；图 c 为楔块、螺钉固定嵌入结构。这类结构侧向承载能力较强，主要用于中、小型凸、凹模的固定。

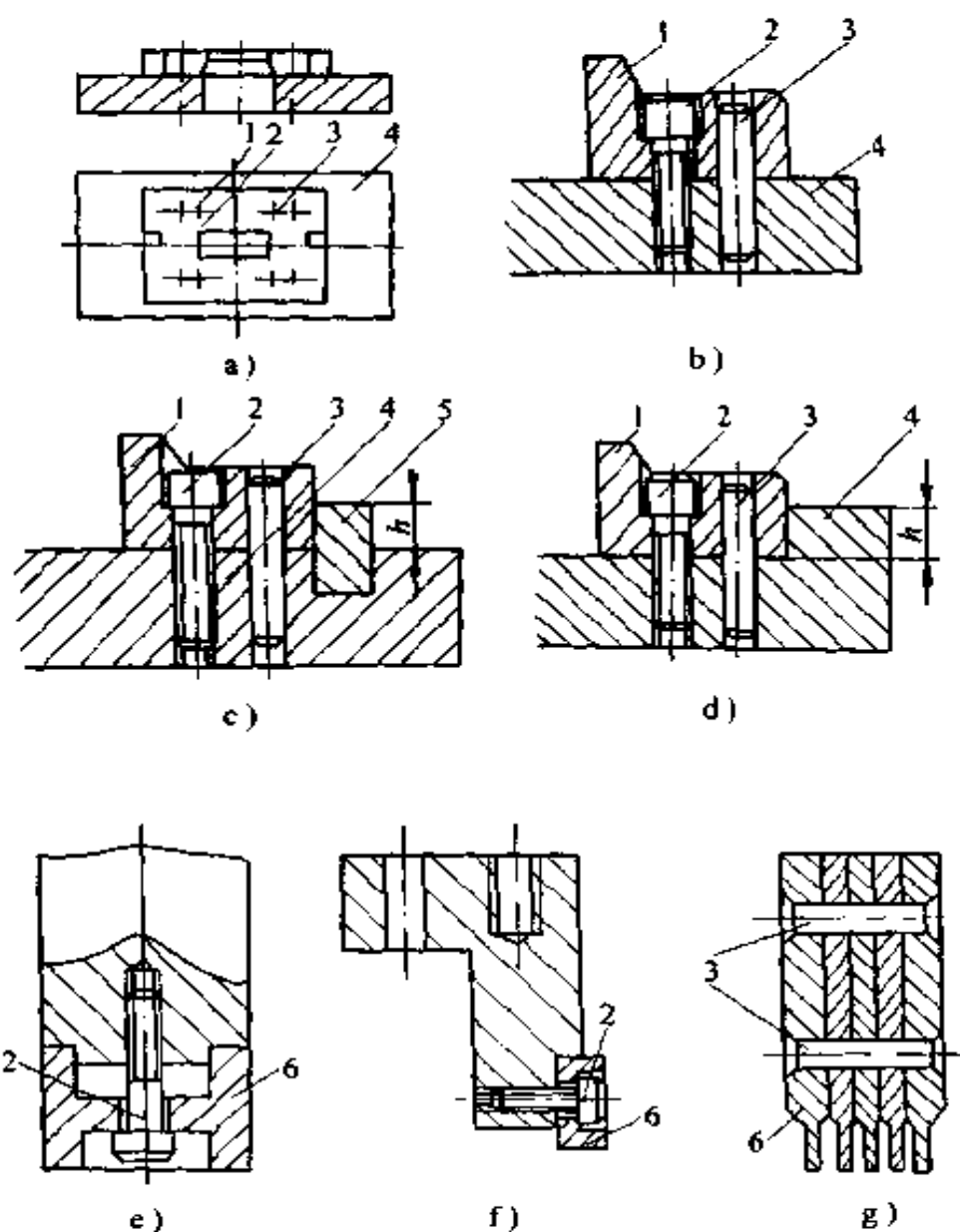


图 14-14 镶拼式凸、凹模平面固定结构形式

1—凹模镶块 2—螺钉 3—销钉 4—模板 5—止推键 6—凸模镶块

(3) 压入固定法 这种方法是将拼合的凸、凹模，以过盈配合 $U8/h7$ 压入固定板孔或模板槽内固定，如图 14-16 所示，适用于形状复杂的小型冲模以及拼块较小不宜用螺钉、销钉紧固的情况。

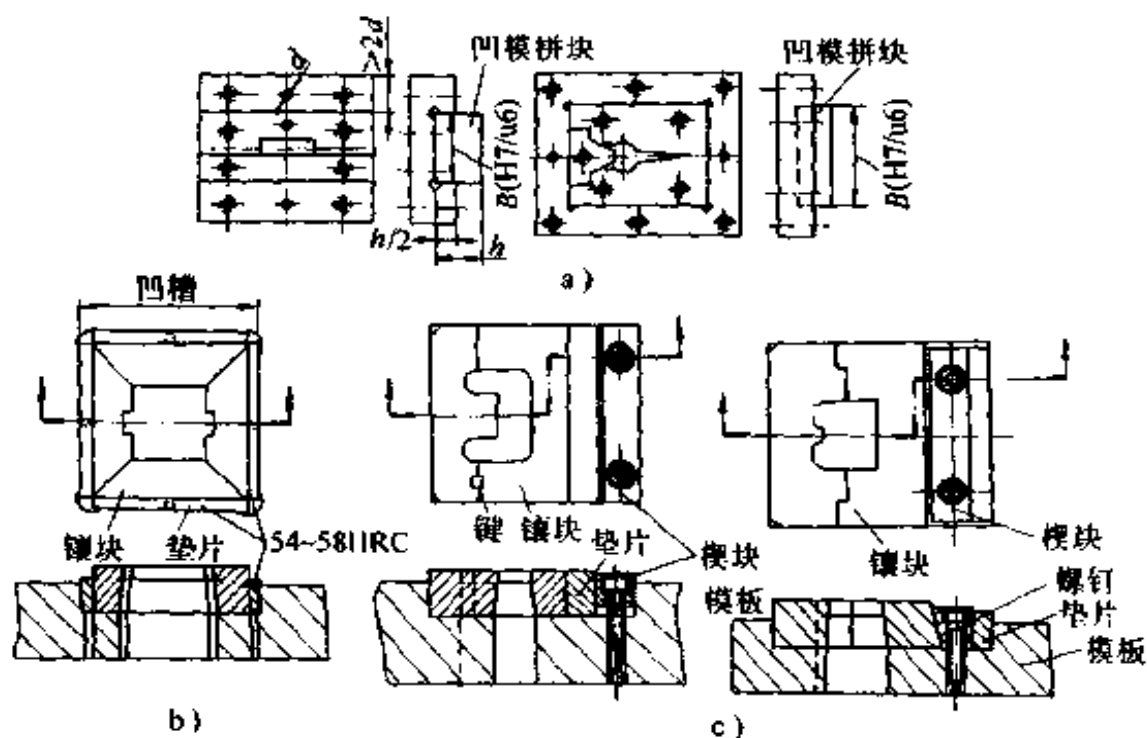


图 14-15 嵌入式镶拼固定法

a) 螺钉、销钉固定 b) 垫片嵌入固定 c) 楔块螺钉固定

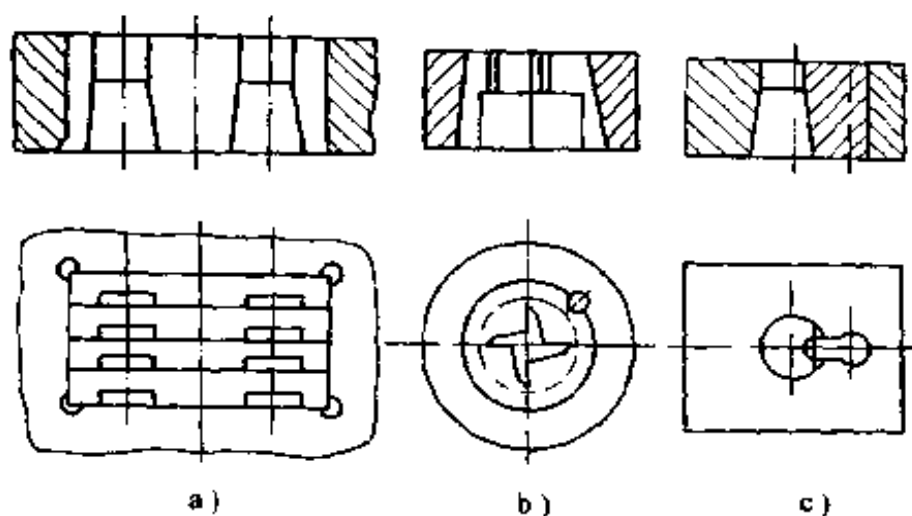


图 14-16 压入式镶拼

(4) 斜楔固定法 这种方法主要是采用斜楔紧固拼块，如图 14-17 所示。其特点是装拆、调整较方便，凹模因磨损间隙增大时，可将其中一块拼合面磨去少许，使其恢复正常间隙。

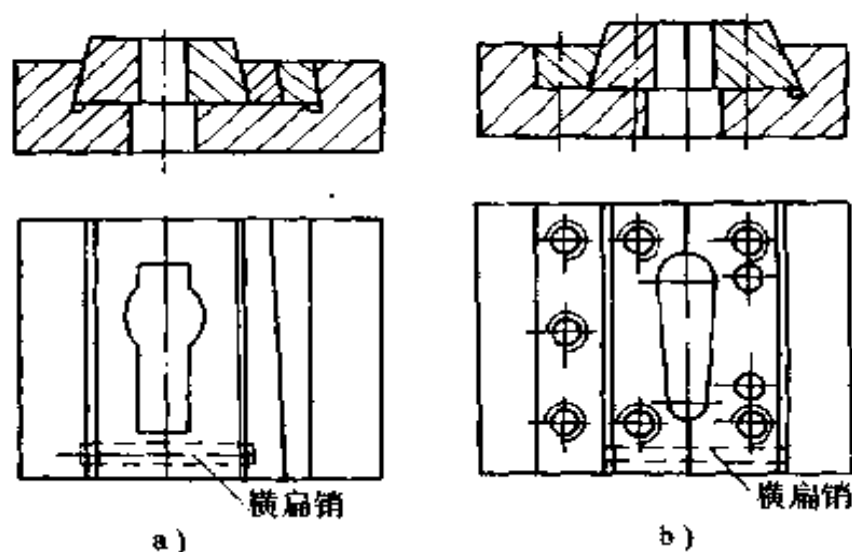


图 14-17 斜楔式镶拼

a) 斜槽斜楔式 b) 垂直螺钉拉紧式

(5) 低熔点合金固定法 如图 14-6 所示。

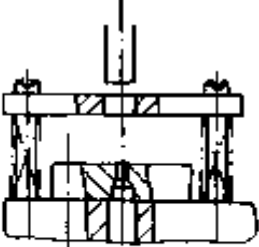
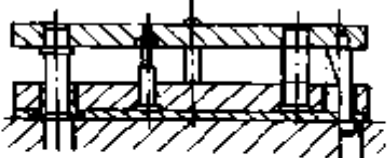
11. 模具常见卸料板结构形式及安装方法有哪些？各有何特点？

答：常见卸料板结构形式、安装方法及特点见表 14-4。

表 14-4 常见的卸料板结构形式

结构简图	特 点
	无导向弹压卸料板，广泛应用于薄材料和冲件要求平整的落料、冲孔、复合模等模具上的卸料。卸料效果好、操作方便。弹压元件可用弹簧或硬橡胶板，一般以使用弹簧较好
	平板式固定卸料板，结构比弹压卸料板更简单，一般适用于冲制较厚的各种板材，若冲件平整度要求不高，也可冲制 $\geq 0.5 \sim 0.8\text{mm}$ 的各种板材

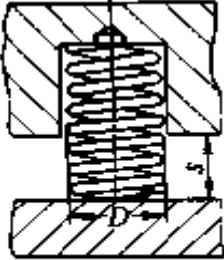
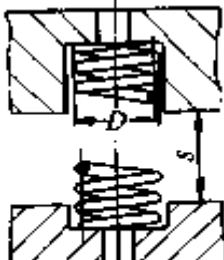
(续)

结构简图	特 点
	<p>半固定式卸料板，一般适用于较厚材料的冲件冲孔模。由于加大凹模与卸料板之间的空间，冲制后的冲件可利用压力机的倾斜或安装推件装置使冲件脱离模具，同时操作也较方便，由于卸料板是半固定式，因此凸模高度尺寸也可相应减少</p>
	<p>弹压式导板，导板由独立的小导柱导向，用于薄料冲压。导板不仅有卸料功能，更重要的是对凸模导向保护，因而提高了模具的精度和寿命</p> <p>当冲件材料厚度 $> 0.8 \sim 3\text{mm}$ 时，导板孔与凸模配合为 $H7/h6$</p>

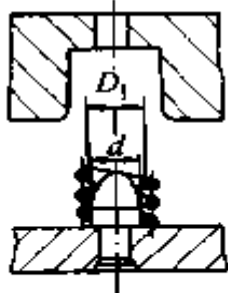
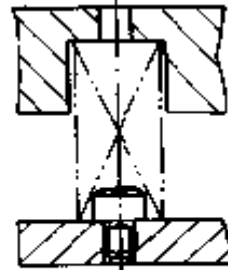
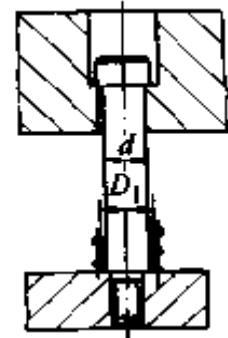
12. 卸料板弹簧的安装方法有哪些？

答：卸料板弹簧的安装方法见表 14-5。

表 14-5 卸料板弹簧安装方法

序号	简 图	说 明
1		<p>单面加工弹簧座孔，适用于 $s < D$ 的情况</p>
2		<p>双面加工弹簧座孔，适用于 $s > D$ 的情况</p>

(续)

序号	简图	说明
3		使用弹簧芯柱。当单面板的厚度较薄不宜加工座孔时采用 $D_1 = d + (1 \sim 2) \text{ mm}$
4		用内六角螺钉代替弹簧芯柱，适用情况同序号3。
5		弹簧与卸料螺钉安装在一起。 $D_1 = d + (2 \sim 3) \text{ mm}$

13. 冷冲模装配时零件的固定方法有哪些？

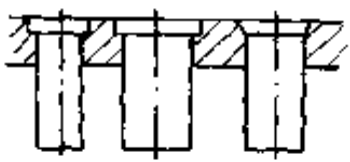

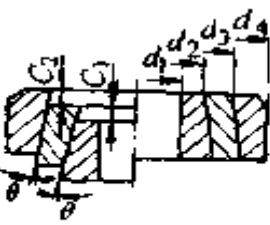
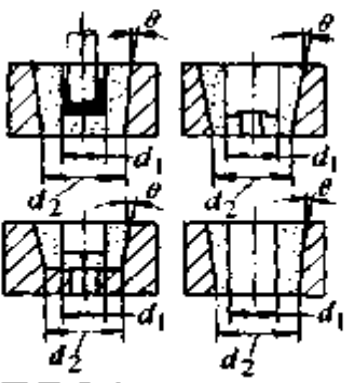
答：模具零件的固定方法如下：

1) 紧固件法。也称机械固定法。

2) 压入法。该方法是固定冷冲模、压铸模等主要零件的常用方法，优点是牢固可靠，缺点是压入型孔精度要求高。表 14-6 是压入法采用的过盈量及配合要求。

3) 焊接法。该方法一般只适用于硬质合金模具。

表 14.6 模具零件压入法固定的配合要求

类别	零件名称	示 图	过盈量	配合要求
冲模	凸模与 固定板		-	1. 采用 $\frac{H7}{m6}$ 或 $\frac{H7}{m6}$ 2. 表面粗糙度 $R_a < 1.6 \mu\text{m}$
冷挤压模	两层组合凹模(凹模与套圈) 钢或硬质合金凹模与钢套圈		$\Delta = (0.008 - 0.009) d_2$	1. 单边斜度 $\theta = 1^\circ 30'$ 2. $C_1 = \frac{\Delta}{2} \cot \theta$ 3. 热挤压模 $\theta = 10^\circ$
冷挤压模	三层组合凹模(凹模与套圈) 钢或硬质合金凹模与钢套圈		1. 凹模与中圈 $\Delta_1 = (0.008 - 0.009) d_2$ 2. 中圈与外圈 $\Delta_2 = (0.004 - 0.005) d_3$	1. 单边斜度 $\theta = 1^\circ 30'$ 2. 压合次序为先外后内 3. 压出次序为先内后外 4. $C_1 = \frac{\Delta_1}{2} \cot \theta$ $C_2 = \frac{\Delta_2}{2} \cot \theta$
冷挤压模	-		$(0.004 - 0.005) d_2$	1. 单边斜度 $\theta = 30'$ 2. 压入量 $C = \frac{\Delta}{2} \cot \theta$ (图中未表示)

4) 热套法。其工艺概要见表 14-3。

5) 粘接法。利用有机或无机胶粘剂固定零件。

14. 冲裁模凸模与固定板的装配工艺有何要求？举例说明。

答：当冲裁模凸模与凸模固定板采用过盈配合联接，并用压入法进行装配时，凸模固定板的型孔应与固定板平面垂直，型孔的尺寸精度和表面粗糙度应符合要求，型孔的形状不应呈锥形或鞍形。当凸模不允许有圆角、锥度等引导部分时，可在固定板型孔的凸模压入处加工出引导部分，其斜度小于 1° ，高度小于5mm。

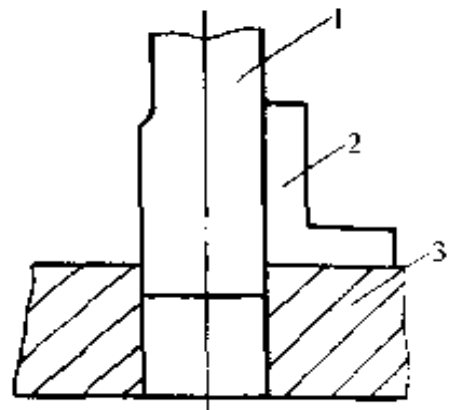


图 14-18 用 90° 角尺检查凸模垂直度

1—凸模 2— 90° 角尺
3—固定板

压入凸模时，应将凸模置于压力机的压力中心，如图 14-18 所示，压入固定板型孔少许，即用 90° 角尺检查凸模的垂直度，防止歪斜。压入速度不宜太快，当压入型孔深度达到总深度的 $1/3$ 时，还要用 90° 角尺检查，垂直度合格时，方可继续压入。

压入凸模后，要以固定板的下底面为基准，将固定板上平面与凸模底面一起磨平。

当固定多凸模时，各凸模压入的先后顺序在工艺上有所选择。选择的原则是：凡是在装入时容易定位，而且能够作为其他凸模安装基准的凸模，应先压入；凡是较难定位或要求依据其他零件，通过一定的工艺方法才能定位的凸模要后压入。

如图 14-19 所示的多凸模，其装配顺序如下：

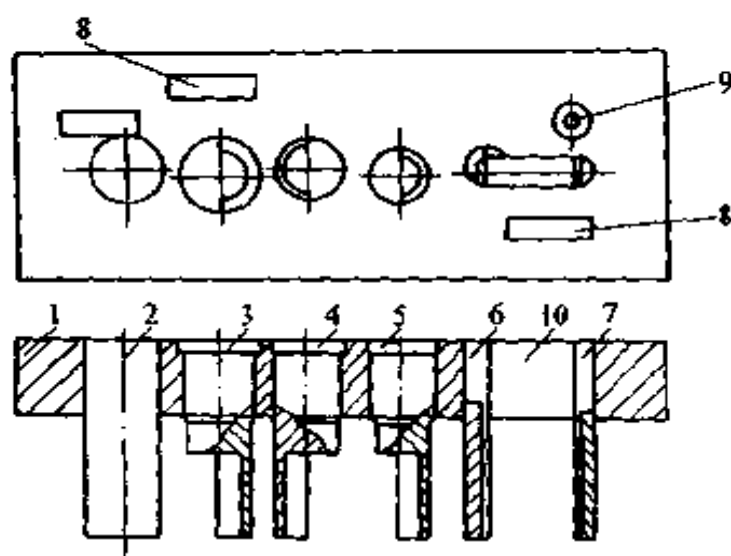


图 14-19 多凸模及固定板

1—固定板 2—拼合凸模 3、4、5—半环凸模 6、7—半圆凸模
8—侧刃凸模 9—圆凸模 10—垫块

1) 压入半圆凸模 6、7。由于半圆凸模在压入时容易定位定向，所以，首先将两个半圆凸模连同垫块 10 从固定板正面用垫板同时压入。这样压入时稳定性好，压入时也要用 90° 角尺检查垂直度，如图 14-20 所示。

2) 压入半环凸模 3。用已装好的半圆凸模为基准，垫好等高垫块，插入凹模，调整好间隙。同时将半环凸模按凹模定位好以后，卸去凹模，垫上等高垫块，将半圆环凸模压入固定板，如图 14-21 所示。

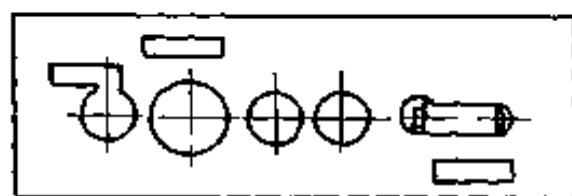
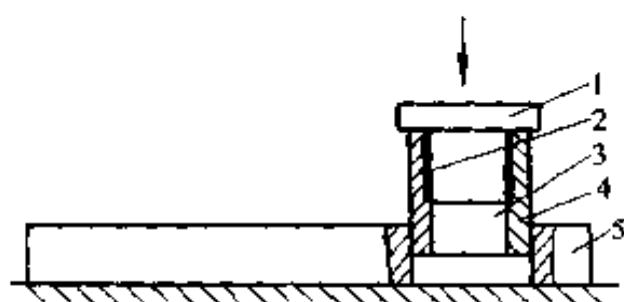


图 14-20 压入半圆凸模

1—垫板 2、4—半圆凸模 3—垫块
5—固定板

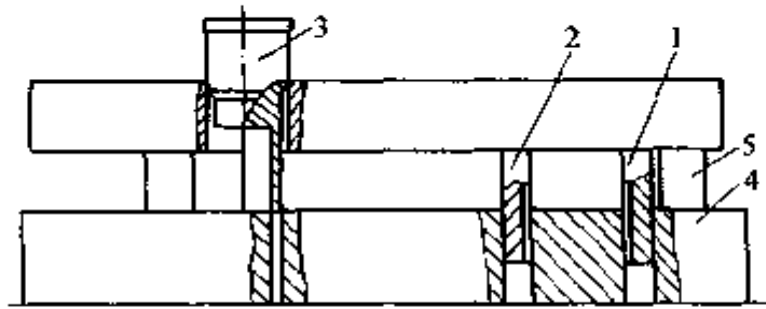


图 14-21 压入半环凸模

1、2—半圆凸模 3—半环凸模 4—凹模 5—等高垫块

3) 压入半环凸模 4、5 和圆凸模 9。其方法与压入半环凸模 3 相同。然后压入圆凸模 9 (图 14-19)。

4) 压入两个侧刃凸模 8。垫好等高垫块后, 将两个侧刃凸模 8 分别压入固定板。

5) 压入拼合凸模 2。其方法与压入半环凸模相同。

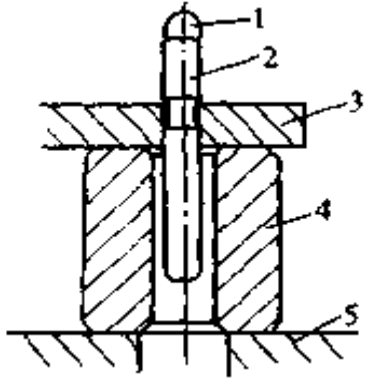
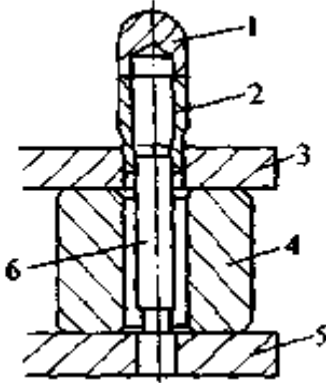
15. 先压导柱、后压导套的压入式模座装配工艺有何特点?

答: 压入式模座装配的导柱、导套与上、下模座均采用过盈配合联接 (一般为 $H7/r6$ 或 $H7/s6$), 导柱与导套的配合一般采用 $H7/h6$ 。装配时, 要先擦净导柱、导套和上、下模座的配合表面, 并涂上机油。先压入导柱, 后压入导套的典型装配工艺方法有两种, 见表 14-7 和表 14-8。

表 14-7 压入式模座装配工艺 (先压导柱、后压导套之一)

序号	工序名称	操作说明	简 图
1	选配导柱、导套 (成对)	将导柱、导套按实际尺寸进行选择配套。	

(续)

序号	工序名称	操作说明	简 图
2	压入导柱	<p>(1) 将下模座底平面向上, 放在专用支承圈上;</p> <p>(2) 导柱与导套的配合部分先插入下模座孔内;</p> <p>(3) 在压力机上进行预压配合, 检查导柱与下模座平面的垂直度后, 继续往下压, 直至导柱压入部分的端面压进模座约 5mm 为止, 压完一个后再压另一个</p>	 <p>1—压块 2—导柱 3—下模座 4—专用支承圈 5—压机工作台</p>
3	压入导套	<p>(1) 将已压好导柱的下模座放在压力机的工作台上, 并垫上专用支承圈;</p> <p>(2) 将上模座反置套进导柱内;</p> <p>(3) 将导套套入导柱内;</p> <p>(4) 在压力机的作用下将导套预压入上模座内, 检查导套与上模座是否垂直, 导套在导柱内配合是否良好, 最后将导套压入且端面低于上模座 1~3mm</p>	 <p>1—压块 2—导套 3—上模座 4—专用支承圈 5—下模座 6—导柱</p>

(续)

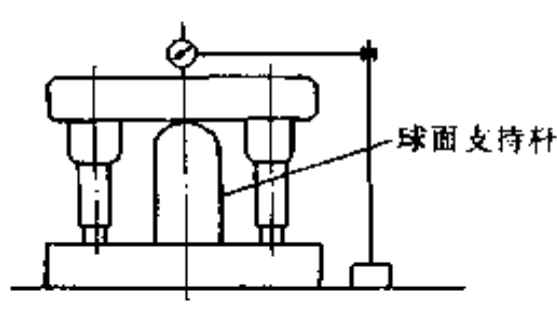
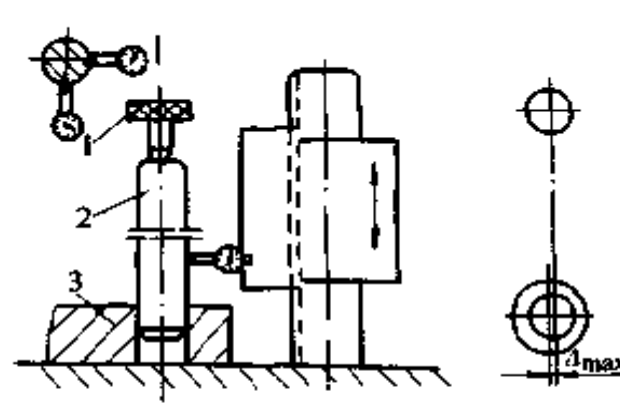
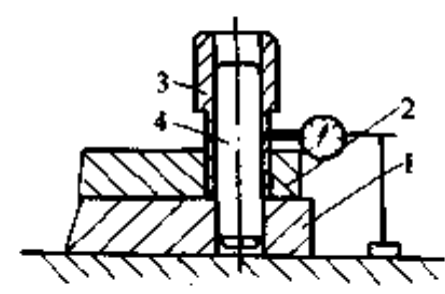
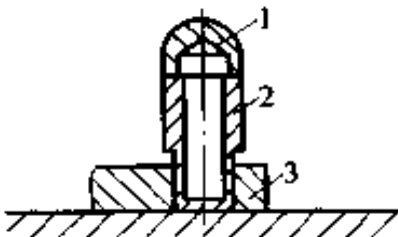
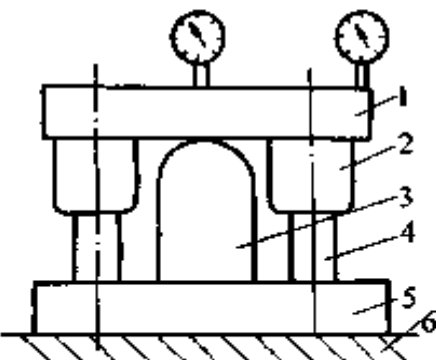
序号	工序名称	操作说明	简图
4	检验	将压完导柱、导套的上、下模座之间垫上球面支持杆，放在平板上，测量模座的平行度	 <p>球面支持杆</p>

表 14-8 压入式模座装配工艺 (先压导柱、后压导套之二)

序号	工序名称	操作说明	简图
1	压入导柱	用压力机将导柱压入下模座。压时将压块放在导柱的中心位置，在压入过程中，需测量并校正导柱的垂直度。将两个导柱全部压入，但不到底，需留 1~3mm	 <p>1—压块 2—导柱 3—下模座</p>
2	装导套	将上模座反置套在导柱上，然后套上导套，用千分表检查导套压配部分内外圆的同轴度，并将其最大偏差 Δ_{max} 放在两导柱中心线的垂直位置，这样可以减少由于不同轴而引起的中心距变化	 <p>1—下模座 2—上模座 3—导套 4—导柱</p>

(续)

序号	工序名称	操作说明	简 图
3	压入导套	把球面形压块放在导套上, 将导套压入上模座一部分, 取走带有导柱的下模座, 仍用球面形压块将导套继续压入上模座, 端面低于上模座 1~3mm	 <p>1—球面形压块 2—导套 3—上模座</p>
4	检验	将上、下模座对合, 中间垫上球面支持杆, 放在平板上, 测量模座的平行度	 <p>1—上模座 2—导套 3—球面支持杆 4—导柱 5—下模座 6—标准平板</p>

16. 先压导套、后压导柱的压入式模座装配工艺有何特点?

答: 先压导套、后压导柱的压入式模座装配工艺及特点见表 14-9。

表 14-9 压入式模座装配工艺 (先压导套后压导柱)

序号	工序名称	操作说明	简 图
1	选配 导柱、 导套	将导柱、导套进行选择配套	

(续)

序号	工序名称	操作说明	简 图
2	压入导套	<p>将上模座放在专用工具上（此工具上的两个圆柱与底板垂直，圆柱直径与导柱直径相同），将两个导套分别套在圆柱上，用两个等高垫圈垫在导套上，在压力机的作用下将导套压入上模座</p>	<p>1—等高垫圈 2—导套 3—上模座 4—专用工具</p>
3	压入导柱	<p>1. 在上、下模座间垫入等高垫块； 2. 将导柱插入导套； 3. 在压力机上将导柱压入下模座约5~6mm； 4. 将上模座用手提升至不脱离导柱的最高位置，然后再放下，如果上模座与两垫块接触松紧不一，则应调整导柱至接触松紧均匀为止； 5. 将导柱压入下模座</p>	<p>1—上模座 2—导套 3—等高垫块 4—导柱 5—下模座</p>
4	检验	<p>将上、下模座对合，中间垫上球面支持杆，放在平板上，测量模座的平行度</p>	

17. 导柱可卸式粘接模座的装配工艺有何特点？

答：如图 14-22 所示的模座，导套直接与上模座粘接。与导柱通过圆锥面过盈联接的衬套粘接在下模座上。这种模座的导柱是可以拆卸的。其模座装配工艺见表 14-10。

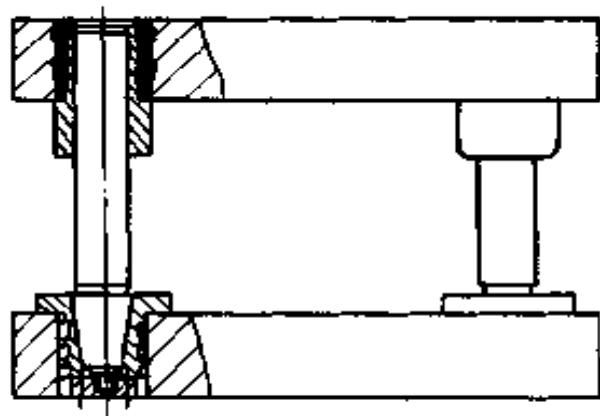
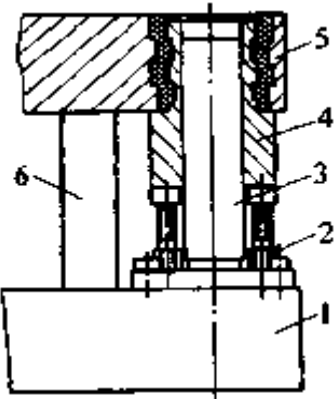


图 14-22 粘接式模座

表 14-10 导柱可卸式粘接模座的装配工艺

序号	工序名称	操作说明	简 图
1	衬套和导柱安装	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将导柱与衬套装配（两者的锥度均已磨配好） 2. 以导柱两端中心孔为基准，磨衬套 A 面，保证 A 面与锥孔中心垂直 	
2	粘接衬套	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将衬套装入下模座内，调整好衬套和模板孔间的间隙，使之大致均匀，然后用螺钉固定 2. 垫好等高垫块 3. 浇注胶粘剂 	

(续)

序号	工序名称	操作说明	简 图
3	粘接导套	1. 将已粘好的下模座平放 2. 将导套套入导柱上，再套上上模座，上、下模座间用等高垫块隔开 3. 调整好上模座孔与导套之间间隙，大致均匀，然后用支承螺钉支撑住 4. 浇注胶粘剂	 <p data-bbox="1077 851 1452 963">1—下模座 2—支承螺钉 3—导柱 4—导套 5—上模座 6—等高垫块</p>
4	检验	测量模座的平行度	

18. 导柱不可卸式粘接模座的装配工艺有何特点？

答：导柱不可卸式粘接模座的装配工艺特点及技术要求见表 14-11。

19. 滚动式模座装置结构有何特点？

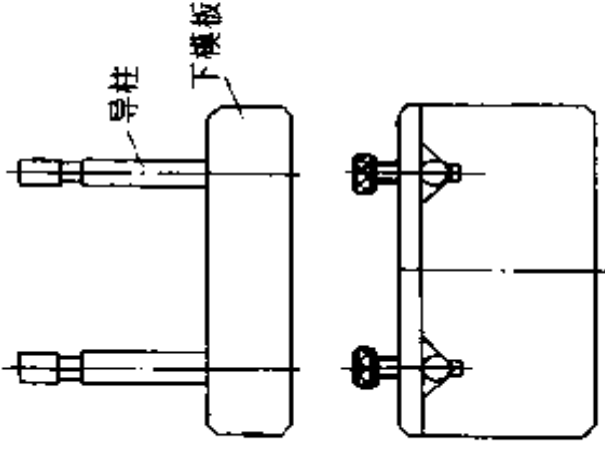
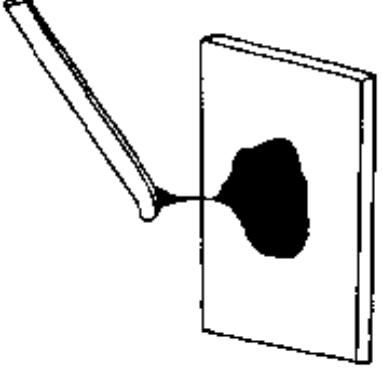
答：滚动式导柱、导套结构包括滚珠式导向结构（见图 14-23）和滚柱式导向结构（见图 14-24）。

滚珠式导向结构的滚动体广泛采用钢球，为便于使用，导柱是可卸的，其锥形部分结合锥度为 1:10。导柱、导套之间多了一层钢球，钢球装在保持圈内可以灵活活动而又不能脱落。钢球与导柱、导套之间没有间隙，从而使导向精度得到提高。并且使导柱和导套之间的摩擦性质由原来的滑动摩擦变成滚动摩擦，摩擦因数减小，从而提高了模具导向零件的使用寿命，因而常用在要求寿命长的模具中。

表 14-11 导柱不可卸粘接横梁的装配工艺

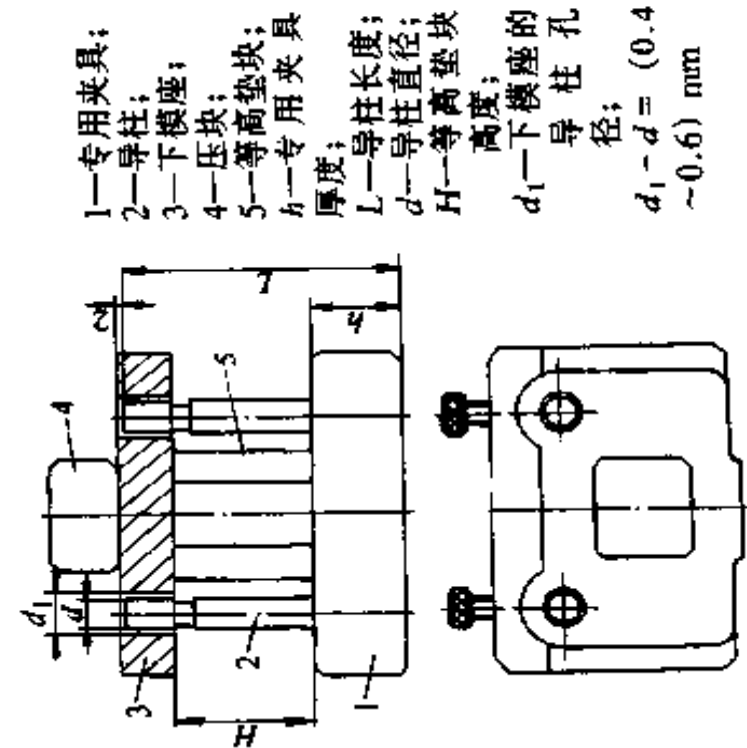
序号	工序名称	所需设备、工具、材料	操作方法	技术要求	示意图
1	去毛刺	台虎钳、扁锉(300mm)、刮刀、榔头(0.45kg)、垫子	将下模座、上台模座分别夹在工作台上，用虎钳校正外形，修整毛刺，孔口倒角，如导柱、导套被粘层，需在氧化层、需在砂轮机上磨去	不碰伤平面，孔口无毛刺，外形符合要求	
2	脱脂清洗	汽油或丙酮，圆毛刷，棉纱	先用棉纱擦一遍，把油污去掉，后用沾有汽油的刷子清洗孔和导柱导套被粘接部分	除去油污，无脏物存在	
3	干燥	工作台	将清洗好的零件在室温内自然干燥约5~10min	表面无液体	

(续)

序号	工序名称	所需设备、工具、材料	操作方法	技术要求	示意图
4	装夹	工作台、夹具、专用垫块、旋具	<ol style="list-style-type: none"> 1. 把两个导柱的非粘接部分放在同一个夹具里夹紧 2. 在夹具上放上二块相等高度的垫块 	夹具的导柱中心距和模座要求的应一致，导柱应垂直；垫块的高度应选取使下模座上后导柱不露出下模座的底平面	
5	调胶粘剂	150mm × 200mm × 4mm 铜板一块，铜板条或竹片一根，长度不小于150mm，氧化铜粉、氧化磷酸	<ol style="list-style-type: none"> 1. 将铜板和铜板擦干净； 2. 先将氧化铜粉倒在铜板上铺开，在中间扒出凹坑，再倒入适量磷酸； 3. 缓慢均匀地由内往外来回调和均匀，约1~2min后即可使用 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 铜板条手握住的地方做得厚一些，调和部分做得薄些，要富有弹性 2. 一次调和量不宜过多，最好不要超过20g氧化铜粉 3. 调成浓胶状，能拉出丝来即可使用 4. 调和时的温度为25℃以下 	

(续)

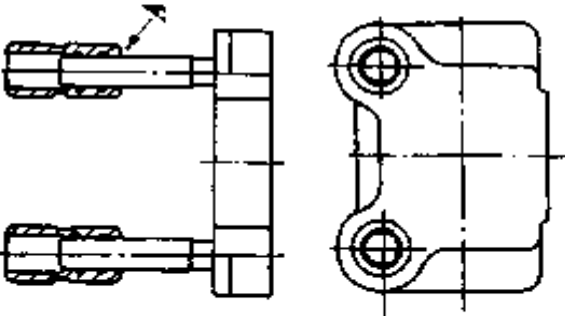
示意图



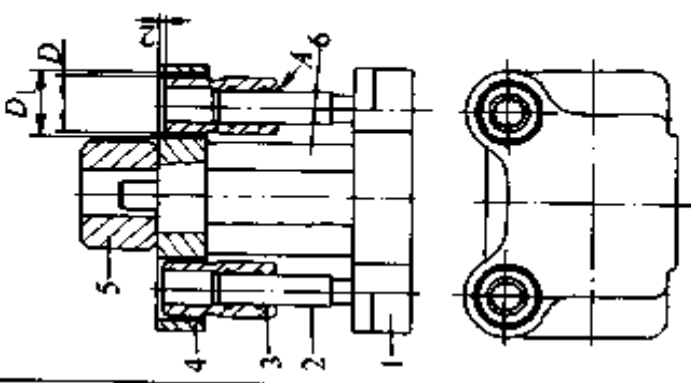
- 1—专用夹具;
 2—导柱;
 3—下模座;
 4—压块;
 5—等高垫块;
 h—专用夹具厚度;
 L—导柱长度;
 d—导柱直径;
 H—等高垫块高度;
 d_1 —下模座的导柱孔径;
 $d_1 - d = (0.4 \sim 0.6) \text{ mm}$

序号	工序名称	所需设备、工具、材料	操作方法	技术要求
6	导柱与下模座粘接	压块, 旋具	1. 将配制的胶液均匀地涂到导柱部分; 2. 对准导柱座, 套进松钉, 使导柱与座接触; 3. 将压块压上。	1. 注意间隙均匀; 2. 跑到外边后, 在粘胶时, 千万勿多刮去, 硬化后去除。
7	干燥	工作台	在室温干燥 24h 自然固化, 一般就可以了。	干燥过程中, 不允许碰动, 干燥剂彻底干燥为止。

(续)

序号	工序名称	所需设备、工具、材料	操作方法	技术要求	示意图
8	取出已粘好导柱的模座	旋具	1. 松开夹紧螺钉, 取出已粘好导柱的模座并放平; 2. 在导柱上套上导套, 为了控制其位置, 可在 A 处扎一条多股棉纱线或细绳, 不让导套向下滑动	注意导套的被粘接部分位于上部	 <p>A 处扎有多股线绳</p>
9	导套与上模座的粘接	压块、垫块	1. 粘接前清洁处理见序号 2、3, 调胶粘剂见序号 S; 2. 跑到外边的多余料在粘接后 0.5h	1. 注意间隙均匀; 2. 跑到外边的多余料在粘接后 0.5h	

(续)

序号	工序名称	所需设备、工具、材料	操作方法	技术要求	示意图
9			2. 刮一部分胶粘剂均匀地分别涂到两导套被粘接部分和上模座导套孔周围; 3. 将上模座套在导套上并旋转导套使涂层均匀; 4. 将压块压到上模座上	内用废锯条刀片刮去	 <p> 1—下模座; 2—导柱; 3—导套; 4—上模座; 5—压块; 6—垫块; D₁—上模座导套孔径; D—导套外径; A 处孔有多股线绳 </p>
10	干燥	工作台	在室温中自然干燥 24h	干燥过程中不允许碰动, 使胶粘剂彻底干燥凝固为止	
11	取出模座		拿去压块和垫块, 导柱导套全部固定后, 模座就可使用		

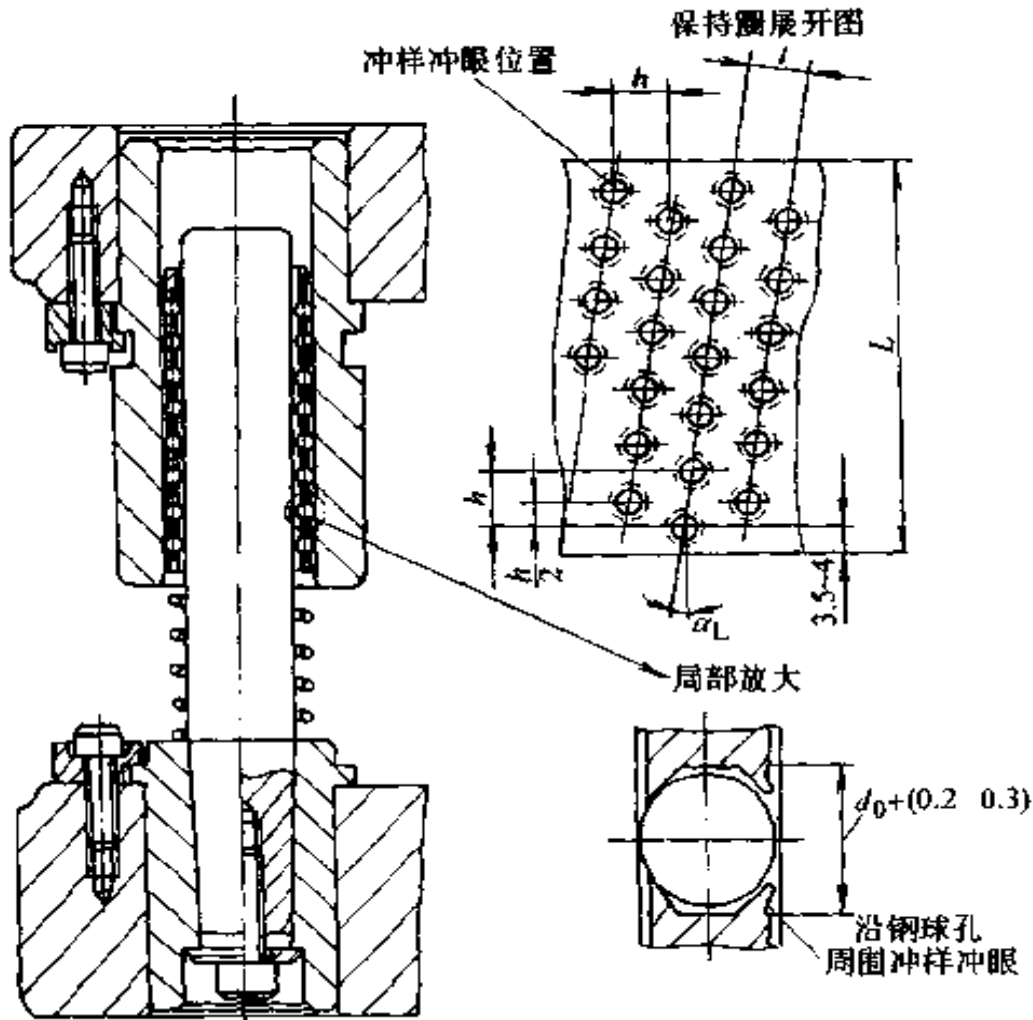


图 14-23 滚珠式导柱、导套结构

对于特别精密、高寿命的模具，应采用新型滚柱式导柱导套，如图 14-24 所示。新型滚柱外形由三段圆弧组成，中间一段圆弧与导柱外圆相配合，两端圆弧与导套内圆相配合。一般滚珠式导套，长时间使用后，导柱及导套表面往往会磨出凹槽而产生间隙，影响导向精度。采用新型滚柱，则可减少这种现象的发生，从而能提高使用寿命，并能长期保持导向精度。

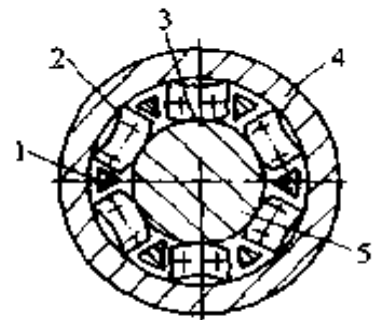


图 14-24 新型滚柱式导柱导套

1—保持架 2—外接触部分 3—内接触部分
4—导套 5—导柱

滚动式模座结构如图 14-25 所示，

由上模座 1、导柱 4、保持架 5、导套 6、弹簧 7 和下模座 8 组成。

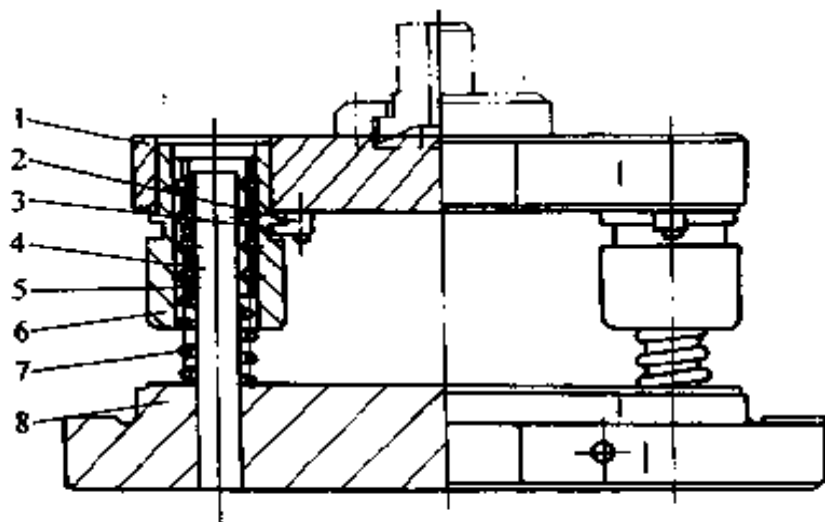


图 14-25 滚动式模座

1—上模座 2—螺钉 3—压板 4—导柱 5—保持架 6—导套
7—弹簧 8—下模座

滚动式模座常用于小间隙冲裁模、硬质合金冲模和精冲模等精密模具。

滚动模座的制造精度较一般模座高，装配工艺过程和一般模座基本相同。

20. 导柱在下模座上的配置形式有哪些？各适合什么场合？

答：导柱在模座上的配置有如下几种，如图 14-26 所示。

1) 两个导柱装在对角线上，如图 14-26a 所示，这种配置适于纵向或横向送料。冲压时，可以防止模具倾斜，是中小型模具常用的形式。

2) 两个导柱装在模具中部两侧，如图 14-26c、e 所示，这种配置适于纵向送料。

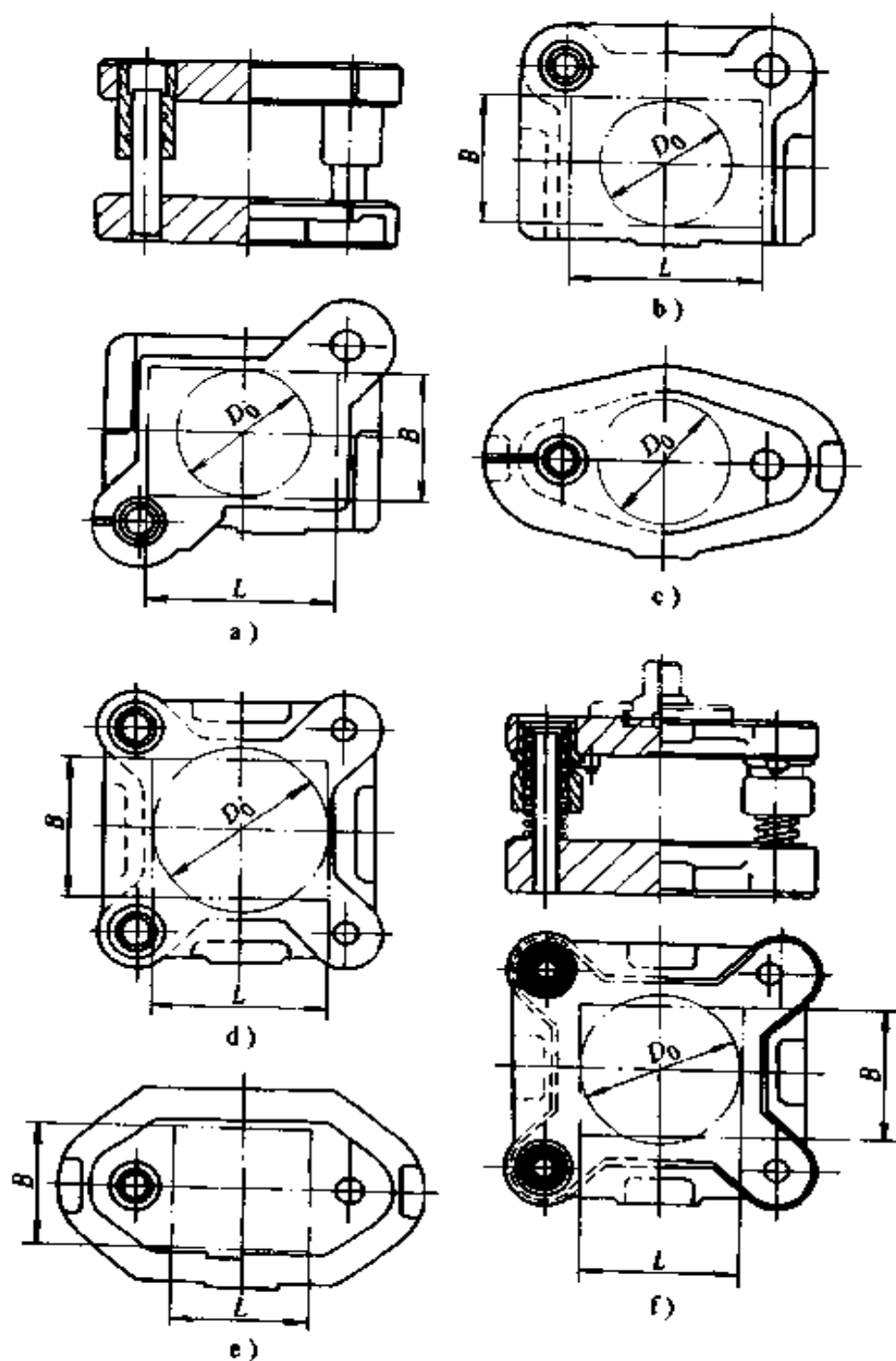


图 14-26 导柱在模座上的配置形式

3) 两个导柱装在模具后侧，如图 14-26b 所示，这种配

置可以三面送料，但冲压时容易引起模具歪斜，冲压大型制件时，不宜采用这种形式。

4) 下模座四角都装有导柱，如图 14-26d、f 所示，这种配置适用于大型制件冲压。

图中 L 、 B 和 D_0 ，分别表示允许的凹模周界长、宽和直径尺寸，其大小均可在标准中查找。

21. 常用模柄的主要形式及联接方式有哪些？

答：对于中小型模具，上模座常装有模柄，并通过它与压力机的滑块固定在一起，带动上模上下运动。因此，模柄的直径与长度应和压力机滑块孔相配合。

常用模柄主要形式及联接方式如图 14-27 所示。

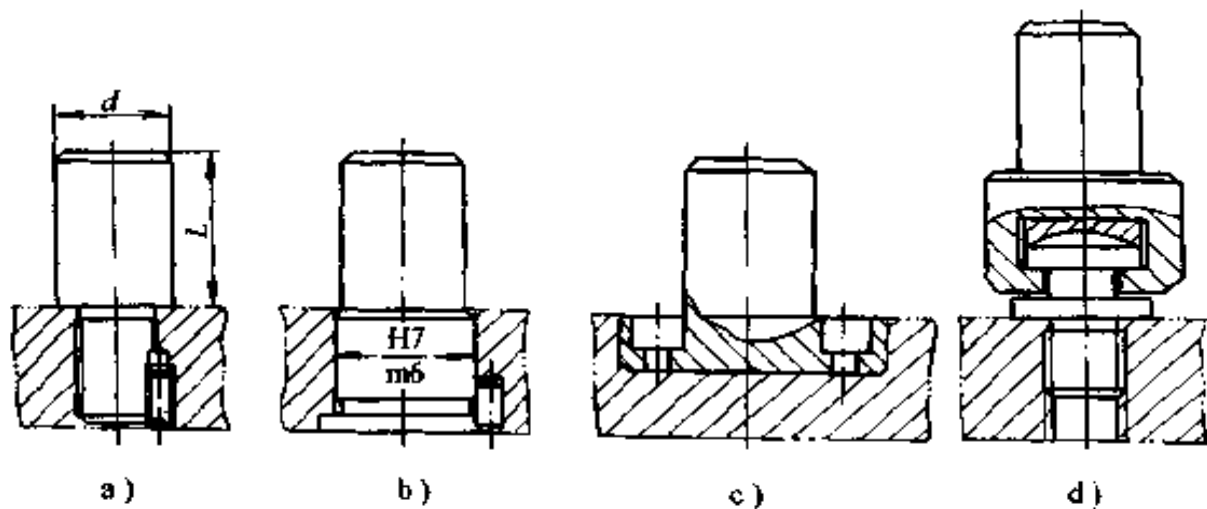


图 14-27 常用模柄及联接形式

1) 带螺纹的模柄，如图 14-27a 所示，通过螺纹与上模座联接。为了防止模柄在上模座中旋转，在螺纹的骑缝处加一防转螺钉，这种模柄主要用于中小型模具。

2) 带台阶的模柄，如图 14-27b 所示，与上模座装配采用压入式（见图 14-28），其直径 D 一般为 20~60mm，这种模柄用于模座厚度较大的各种冲裁模。模柄与上模座可采

用过盈配合，若采用过渡配合，应在凸台边沿安装一个骑缝销钉或加防转螺钉，以防相对转动。

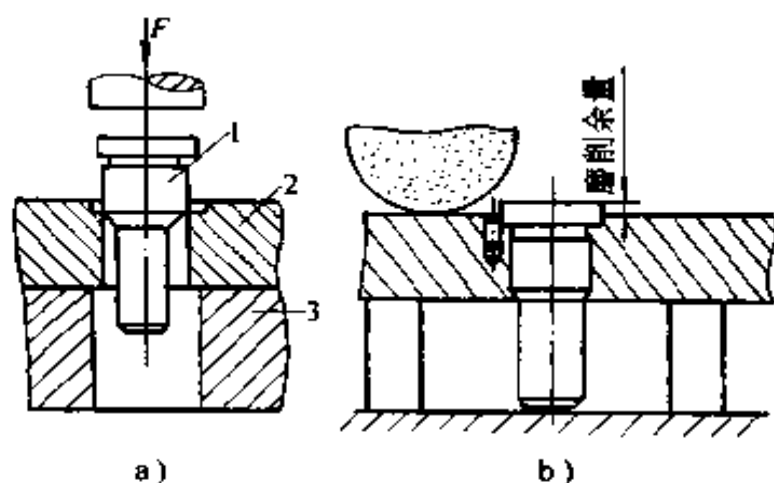


图 14-28 压入式模柄装配
a) 压入模柄 b) 磨上模座底面与模柄端面
1—模柄 2—上模座 3—垫板

3) 带凸缘的模柄，如图 14-27c 所示，它是靠凸缘用螺钉与上模座联接固定，适用于大型模具，或因用刚性推料装置而不宜用其他形式模柄时采用。

4) 浮动式模柄，如图 14-27d 所示，它由模柄、球面垫片、联接头组成。这种结构可通过球面垫片消除压力机滑块的导向误差，因此主要用在有导柱导向的精密冲模。

22. 冲裁模弹压卸料板的装配工艺有何特点？举例说明。

答：弹压卸料板在冲压过程中起压料和卸料作用。装配时，应保证弹压卸料板与凸模之间有适当的间隙。

如图 14-29 所示的冲孔模，其弹压卸料板的装配工艺如下：

1) 将弹压卸料板套在已装入固定板的凸模上，在固定板与卸料板之间垫上等高垫块。

2) 调整卸料板型孔与凸模的间隙，使之均匀后，用平

行夹板将二者夹紧。

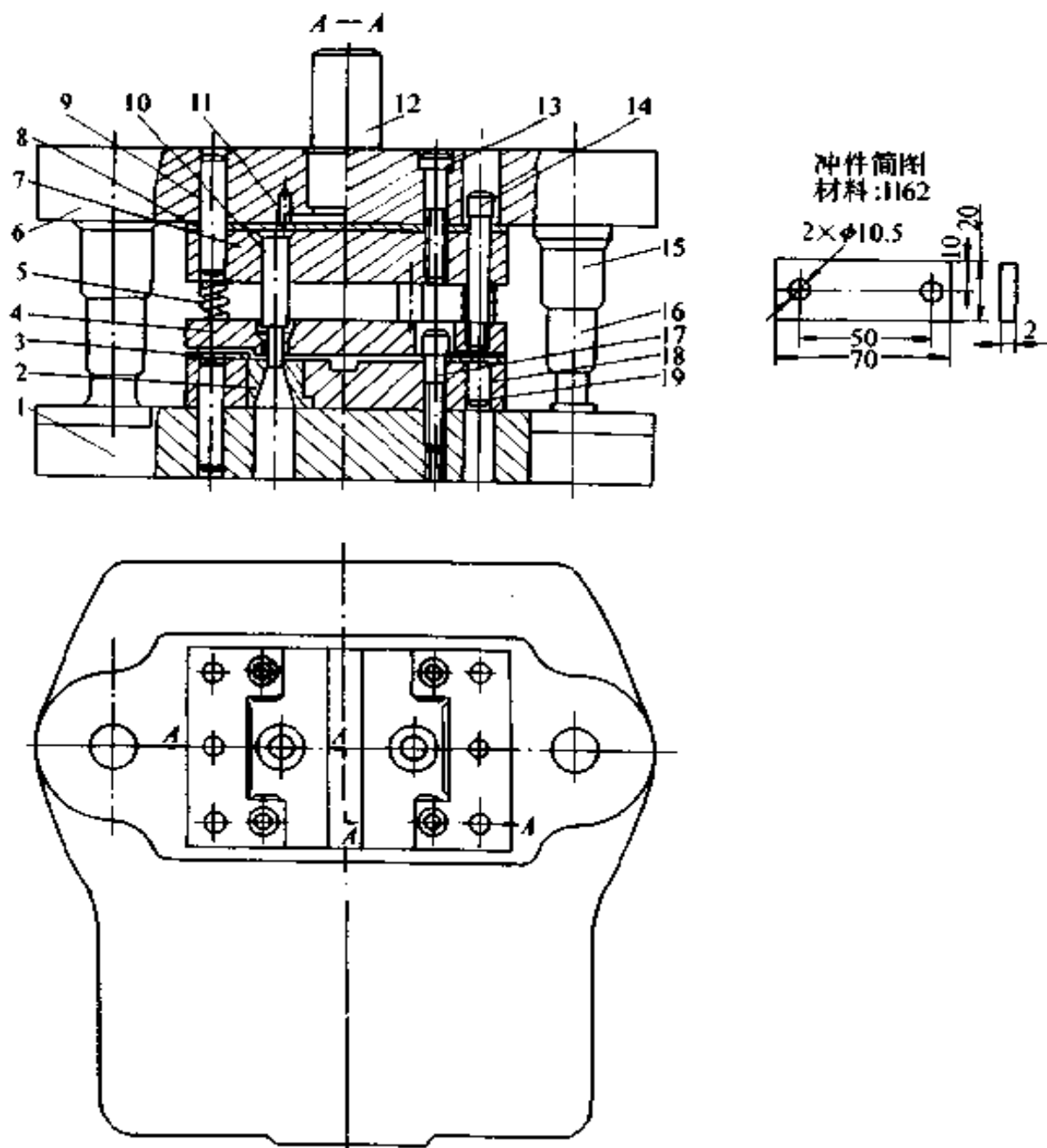


图 14-29 冲孔模

- 1—下模座 2—凹模 3—定位板 4—弹压卸料板 5—弹簧 6—上模座
 7、18—固定板 8—垫板 9、11、19—定位销 10—凸模 12—模柄
 13、14、17—螺钉 15—导套 16—导柱

3) 按照卸料板上的螺钉孔在固定板上配划螺钉过孔中

心线，然后去掉平行夹板，在固定板上钻螺钉过孔。

4) 将固定板和弹压卸料板通过螺钉和弹簧联接起来。

5) 检查卸料板型孔与凸模之间的间隙是否符合要求。

23. 冲孔模的装配工艺过程有何特点？举例说明。

答：如图 14-29 所示的冲孔模，其装配工艺过程及特点如下：

(1) 对冲孔模固定部分的装配和固定 对于凹模装在下模座上的导柱模，模具的固定部分是装配时的基准部件，应该先行装配。由图 14-29 可以看出，下模座 1 是这一部件的装配基准件。装配过程是，先将已装配好导柱、导套的上下模座分开，按以下步骤装配：

1) 将凹模镶件 2 表面涂油后，压入固定板 18 的孔中。

2) 磨平固定板 18 的底面。

3) 在固定板上安装定位板 3。

4) 把已装好凹模和定位板的固定板 18 安装在下模座 1 上。工艺方法如下：

①找正固定板的位置后，和下模座一起用平行夹板夹紧。

②根据固定板上的螺钉过孔和凹模型孔在下模座上配划螺钉孔和落料孔中心线。

③松开平行夹板，取下固定板 18，在下模座 1 上钻、攻螺钉孔和漏料孔。

④把凹模固定板 18 安装在下模座 1 上，找正后拧紧螺钉。

⑤钻、铰定位销孔，装入定位销。

(2) 对冲孔模活动部分的装配 步骤如下：

1) 在已装上凸模 10 的凸模固定板 7 和凹模固定板 18

之间垫上适当高度的等高垫块，使凸模刚好能插入凹模型孔内。

2) 在固定板 7 上放上模座 6，使导柱 16 配入导套 15 孔中。

3) 调整凸、凹模的相对位置后，用平行夹板将上模座 6 和凸模固定板 7 一起夹紧。

4) 取下上模座 6，根据固定板 7 上的螺钉孔和卸料螺钉过孔，在上模座的下平面上配划螺钉过孔中心线。

5) 松开平行夹板，取下固定板 7，在上模座上按划线钻各个螺钉过孔。

6) 装配模柄 12，安装好模柄后，用 90° 角尺检查模柄与上模座上平面的垂直度。

7) 在上模座上安装垫板 8 和固定板 7，拧上紧固螺钉。但不要拧得很紧，以免在调整凸、凹模配合间隙时，用铜锤敲击固定板不能使凸模向指定方向移动。

8) 将上模座放在下模座上，使导柱 16 配入导套 15 孔中。

(3) 调整冲孔模的凸、凹模间隙 可用垫片法调整，并使间隙均匀。然后拧紧上模座 6 和凸模固定板 7 间的紧固螺钉。

(4) 固定冲孔模的活动部分 步骤如下：

1) 取下上模座，在上模座 6 和凸模固定板 7 上钻、铰定位销孔，装上定位销 9。

2) 再次检查凸、凹模的配合间隙。如因钻、铰定位销孔而使间隙又变得不均匀时，则应取出定位销 9，再次调整凸、凹模间隙，间隙均匀后，换位置重新钻、铰定位销孔，并装上定位销。直到固定后凸凹模配合间隙仍然保持均匀为止。

3) 将弹压卸料板 4 套在凸模上，装上螺钉 14 和弹簧 5。装配后的弹压卸料板必须能灵活移动，并保证凸模端面

缩进卸料板孔内 0.5mm 左右。

4) 安装其他零件。

(5) 试冲和调整 试冲合格后, 还要将定位板 3 取下来, 经热处理后, 再装到原来的位置上。

24. 单工序落料模装配工艺有何特点? 举例说明。

答: 如图 14-30 所示是使用后导柱模座的拨叉落料模, 其装配工艺顺序如下:

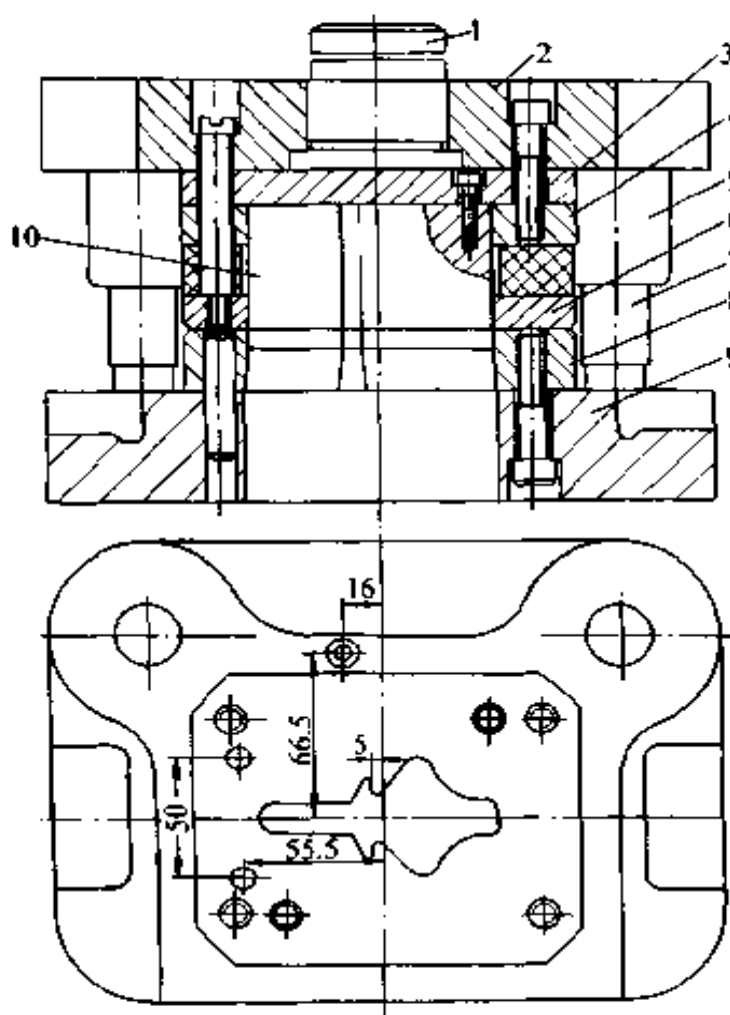


图 14-30 拨叉落料模

1—模柄 2—上模座 3—垫板 4—凸模固定板 5—导套 6—卸料板
7—导柱 8—凹模 9—下模座 10—凸模

1) 将凸模 10 装入凸模固定板 4, 保证凸模对固定板端面垂直度要求, 并同磨凸模及固定板端面平齐。把凸模放进凹模 8 型孔内, 两边垫以等高垫块, 并放入后导柱模座内, 用划针把凹模外形画在下模座 9 上面, 将凸模固定板外形画在上模座 2 下平面, 初步确定了凸模固定板和凹模在模座中的位置。然后分别用平行夹板夹紧上、下模两部分, 作上、下模座的螺钉固定孔, 并将上模座翻过来, 使模柄 1 朝上, 按已画出的位置线将凸模固定板的位置对正, 作好固定板 4 的螺孔, 按凹模 8 型孔划下模座上的漏料孔线。

2) 加工上模座 2 联接弹压卸料板 6 的螺钉过孔; 加工下模座上的漏料孔, 并按线每边均匀加大约 1mm。

3) 用螺钉将凸模固定板 4 和垫板 3 固紧在上模座并用螺钉将凹模固紧在下模座。注意不要过紧, 以便调整。

4) 试装合模, 使下模座的导柱进入上模座的导套内, 缓慢放下, 使凸模进入凹模型孔内。如果凸模未进入凹模孔内, 可轻轻敲击凸模固定板, 利用螺钉与螺钉过孔的间隙、进行细微调整, 直至凸模进入凹模型孔内。同时观察凸模与凹模的间隙, 用同样的方法予以调整, 并通过冲纸法试冲, 直到间隙均匀, 合格为止。

5) 冲裁间隙调整均匀后, 把上模组件取下, 钻、铰定位销孔, 配入定位销 (销与孔应保持适当的过盈)。下模座的定位销孔按凹模销孔引做, 同样配入定位销, 保持销与孔有适当的过盈。

6) 按装配图装配其他零件, 达到技术要求, 最后打标记。

25. 单工序弯曲模装配工艺有何特点? 举例说明。

答: 如图 4-33 所示是一次成形的圆环弯圆模。为了使

于取出制件，采用两块摆动式凹模，当上模下行时，弹簧 5 被压缩，两块凹模 8 绕心轴 7 摆动，并合拢成圆形，使制件弯圆成形。上模上行时，摆动凹模通过弹簧 5 的弹力复位。凸模部分是将型芯 3 装在上模支架 9 上，活动撑柱 2 在工作时起支撑作用，但又便于取出制件。其装配工艺的重点有以下几点：

1) 为防止上模座架 4 在受力时移动，它与下模座采取方槽配合结构。槽底面与下模座底面保证平行度要求，结合面应具有适当过盈。装配后，两摆动凹模所在的槽应平行，且在同一中心平面上。

2) 加工时，两块凹模工作型面应一致，且相对于安装轴销 7 的孔的位置一致。装配时，应保证合成整圆后每面仍有 $0.010\sim 0.015\text{mm}$ 的研磨余量，以便装后或试压后修研。

3) 装配后应保证弹簧 5 工作正常。

4) 上模装配时，须保证型芯 3 对模柄 10 的垂直，且安装牢固可靠，活动撑柱 2 应在工作时能支撑型芯 3，取下制件时又能灵活摆动让开制件。

5) 经试压提供的合格模具的工作件，必须具有较小的表面粗糙度，压出的制件应符合要求。最后在模具上打印记。

26. 落料冲孔复合模装配工艺顺序如何？举例说明。

答：如图 14-31 所示为顺装落料冲孔复合模，能够在落料的同时冲出一个直径为 $\phi 12\text{mm}$ 的孔和四个直径为 $\phi 4.2\text{mm}$ 的孔。其特点是打料装置把冲孔废料从凸凹模孔内推出，使孔内不积存废料，减少孔内胀力的作用，从而可减小凸凹模壁厚。这种结构更适用于冲制壁厚较小的制件，但出件应用压缩空气等吹出或靠自重滑下。其装配工艺顺序如

下：

1) 装配压入式模柄，垂直上模座端面，装后同磨大端面平齐。

2) 将凸模装入凸模固定板，保持与固定板端面垂直，同磨端面平齐。

3) 将凸凹模装入凸凹模固定板，保持与固定板端面垂直，同磨端面平齐。

4) 确定凸凹模固定板在上模座上的位置，用平行夹板夹紧，作凸凹模固定板上的螺孔和上模座上的螺钉过孔，并保持孔位置一致。

5) 按凹模上的孔引作凸模固定板和下模座的螺钉过孔。

6) 将带凸模的固定板装在下模板上，螺钉不要拧得过紧，进行试装合模，使导柱缓慢进入导套，如果凸模与凸凹模的孔对得不太正，可轻轻敲打凸模固定板，利用螺钉过孔的间隙进行调整，直到间隙均匀。此时用划针划出凸模固定板位置。

7) 在下模组件上增加凹模，重新合模，做冲裁外形和各孔的全面细致的间隙调整，其中包括用冲纸法试模，直至获得均匀的间隙。

8) 上模和下模分别钻、铰定位销孔（防止位置移动），

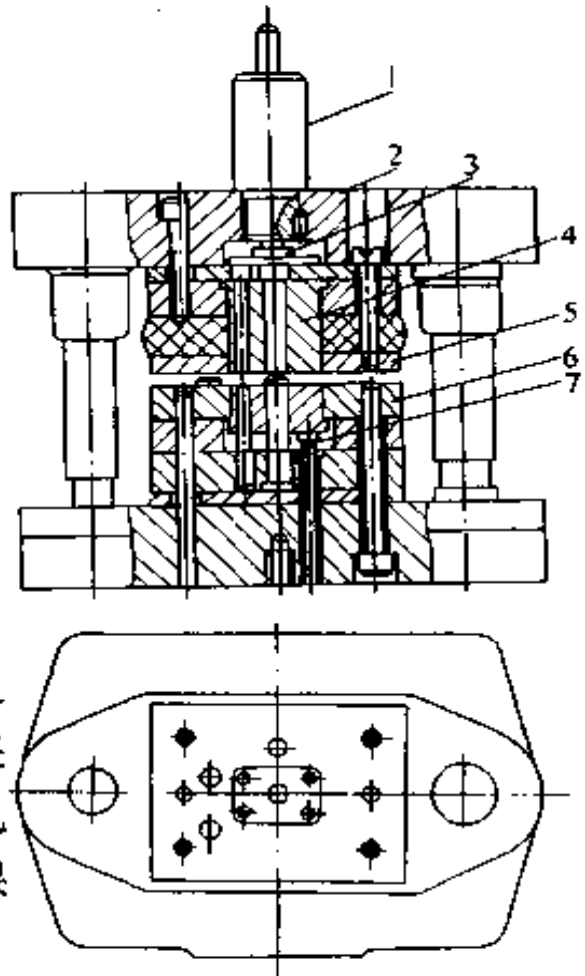


图 14-31 顺装复合冲裁模

1—固定模柄 2—模座 3—打料装置
4—凸凹模 5—卸料装置
6—凹模 7—顶件装置

配入定位销，并保证销与孔有适当的过盈。其他零件可按图装配，达到要求后打标记。

27. 落料拉深复合模装配工艺顺序如何？举例说明。

答：如图 14-32 所示落料拉深复合模。其装配工艺顺序如下：

1) 装配压入式模柄 11，垂直上模座端面，装后同磨大端面平齐。

2) 将拉深凸模 2 装在下模座 1 上，并相对下模座底面垂直。同磨端面平齐后，加工防转螺钉孔，并装防转螺钉。

3) 以压边顶料圈 3 定心，将凹模 4 装在下模座上，经调整与拉深凸模同轴后，用平行夹板夹紧，作螺钉孔和定位销孔，并装上螺钉，配入适当过盈的定位销。

4) 将凸凹模 6 装于固定板 8 上，并保持垂直，同磨大端面平齐。

5) 用平行夹板将装上凸凹模的固定板与上模座夹紧后合模，使导柱缓慢进入导套。在凸凹模 6 的

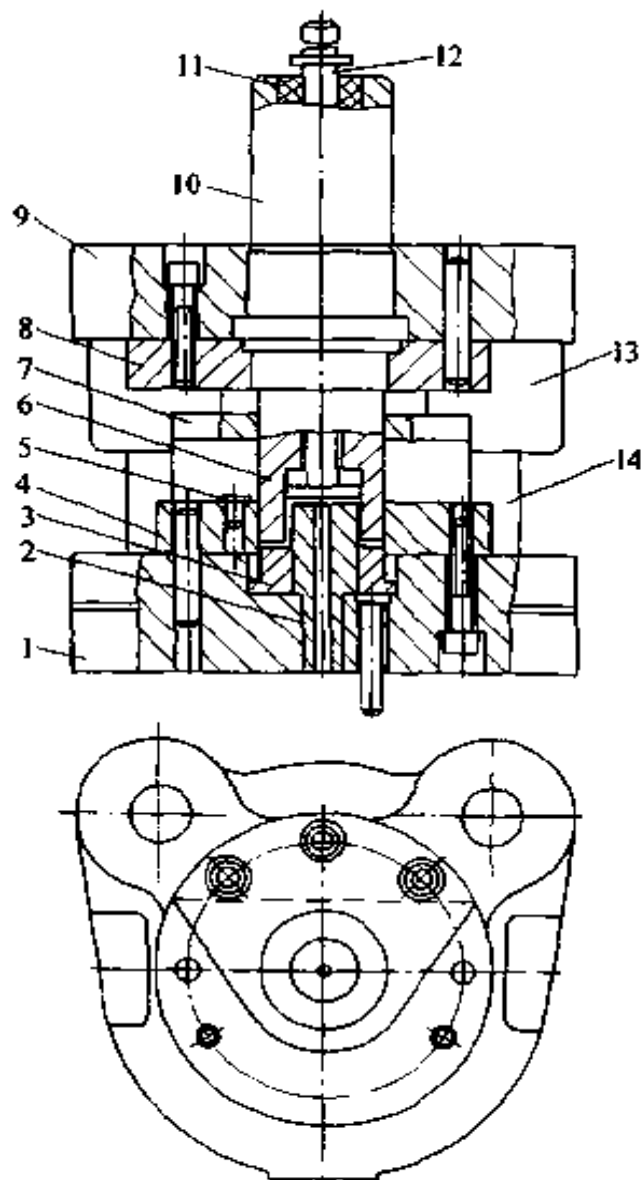


图 14-32 落料拉深复合模

- 1—下模座 2—拉深凸模 3—压边顶料圈 4—凹模 5—固定挡料销 6—凸凹模 7—卸料板 8—凸凹模固定板 9—上模座 10—打料装置 11—模柄 12—打杆 13—导套 14—导柱

外圆对正凹模 4 后，配作螺钉孔和螺钉过孔，并拧入螺钉，但不要太紧。用轻轻敲打固定板的方法进行细致的调整，待凸凹模 6 与凹模 4 的间隙均匀后，配作凸凹模固定板 8 与上模座 9 的销钉孔，并配入具有适当过盈的定位销。

6) 加工压边顶料圈 3 时，外圆按凹模 4 的孔实配，内孔按拉深凸模 2 的外圆实配，保持要求的间隙。装配后，压边顶料圈的顶面须高于凹模 0.1mm，而拉深凸模的顶面不得高于凹模。

7) 安装固定挡料销 5 及卸料板 7。卸料板上的孔套在凸凹模外圆上应与凹模 4 中心保持一致。在用平行夹板夹紧的情况下，按凹模上的螺孔引作卸料板上的螺钉过孔，并用螺钉固紧。其他零件的装配均符合要求后打标记。

28. 多工序级进模装配工艺有何特点？举例说明。

答：多工序级进模，是在送料方向上具有两个或两个以上工位，并在压力机一次行程中在不同的工位上完成两道或两道以上冲压工序的冲模。这种模具的加工和装配难度较大，装配后必须保证上、下模步距准确一致，各组凸、凹模间隙均匀。

图 14-33 所示是在一次行程中完成冲孔、压印、落料工序的级进模。第一步冲孔用前边的第一个始用挡料销 7 定位，第二步冲孔、压印用后边的第二个始用挡料销 7 定位，第三步落料用导正销 6 和挡料销 8 定位。其装配工艺要点和顺序如下：

1) 精心加工并装配模座。

2) 导板 4 和凹模 9 的相应孔距要一致，应由坐标镗床或数控线切割机床保证。如果凸模与固定板采取压入式，则固定板上的孔距也应严格保持一致。若采用低熔点合金浇

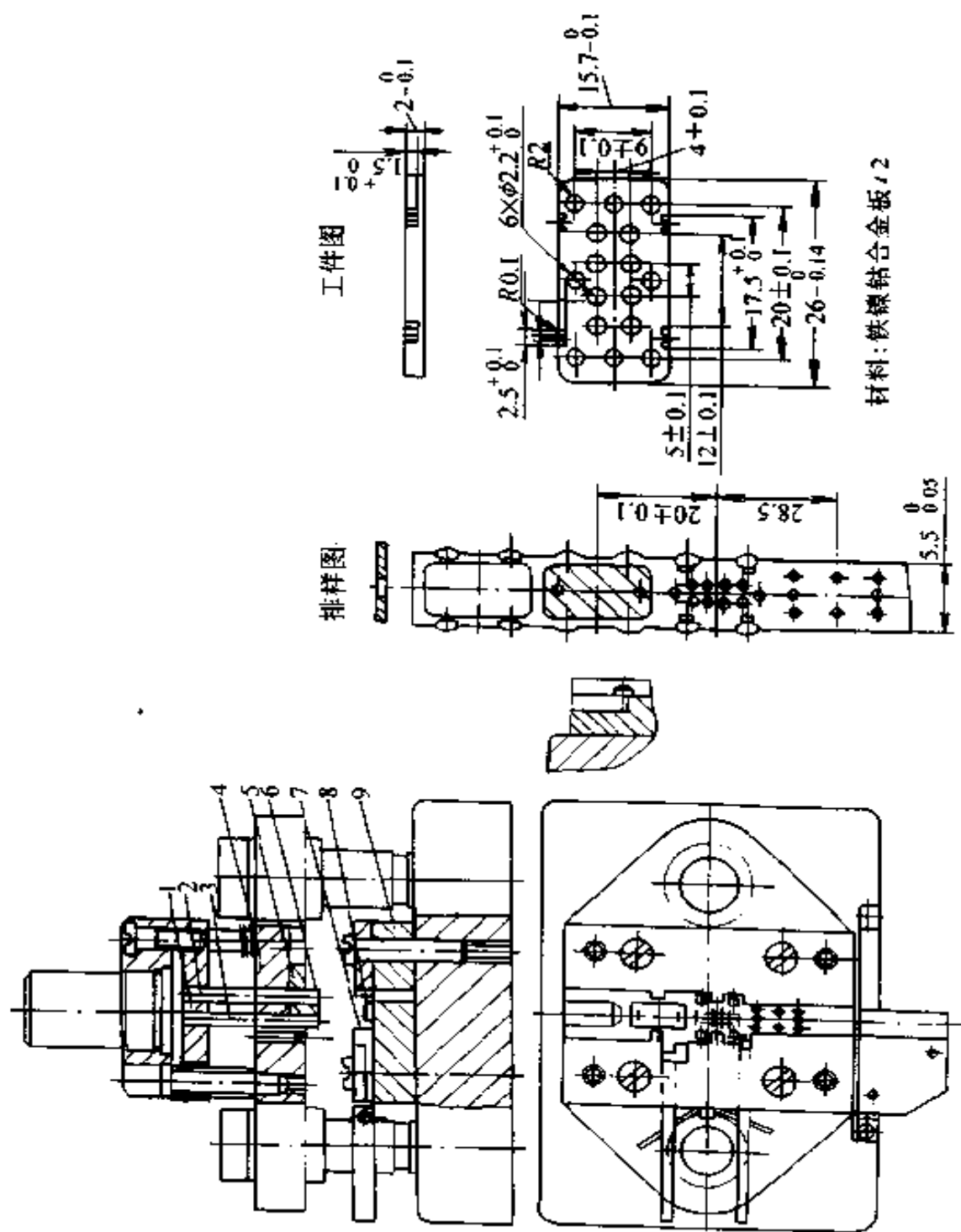


图 14-33 多工序级进冲模

1—凸模固定板 2—落料凸模 3—冲孔凸模 4—导板 5—卸料板 6—压印凸模 7—始用挡料销 8—挡料销 9—凹模

注，则按浇注的要求加工各孔。

3) 将各凸模装于凸模固定板 1 上，保持垂直，大端面同磨齐整后，再与上模板组合。

4) 下模座的漏料孔按凹模的相应孔适当加大，以保证漏料时无阻滞。漏料孔加工后，在保证导板的各孔与凹模的各相应孔对正的情况下，用螺钉紧固凹模，并组合加工定位销孔，配入有适当过盈的定位销。

5) 安装始用挡料销、挡料销、导正销等。组装完毕，用冲纸法试验后进行试冲，直至获得合格的制件，再打标记。

29. 高精度复杂复合冲模装配工艺有何特点？举例说明。

答：如图 14-34 所示，是一副高精度较复杂的复合冲模，用来冲裁发电机转子冲片。

(1) 装配要求

1) 导柱对模座平面的垂直度误差应小于 $100\text{mm} : 0.015\text{mm}$ 。

2) 上模座对下模座两平面的平行度误差应小于 $300\text{mm} : 0.03\text{mm}$ 。

3) 导柱、导套和滚珠配合后的过盈量为 $0.02 \sim 0.03\text{mm}$ 。

(2) 装配工艺分析 复合模在装配过程中，首先是选择基准件，该模具采用固定板为基准进行装配，其主要工艺如下：

1) 固定部分的装配，主要包括凸凹模、下固定板、下模座、卸料板及导柱（导套）等。

2) 活动部分的装配，包括凸模、上固定板、上模座、模柄及导套等。

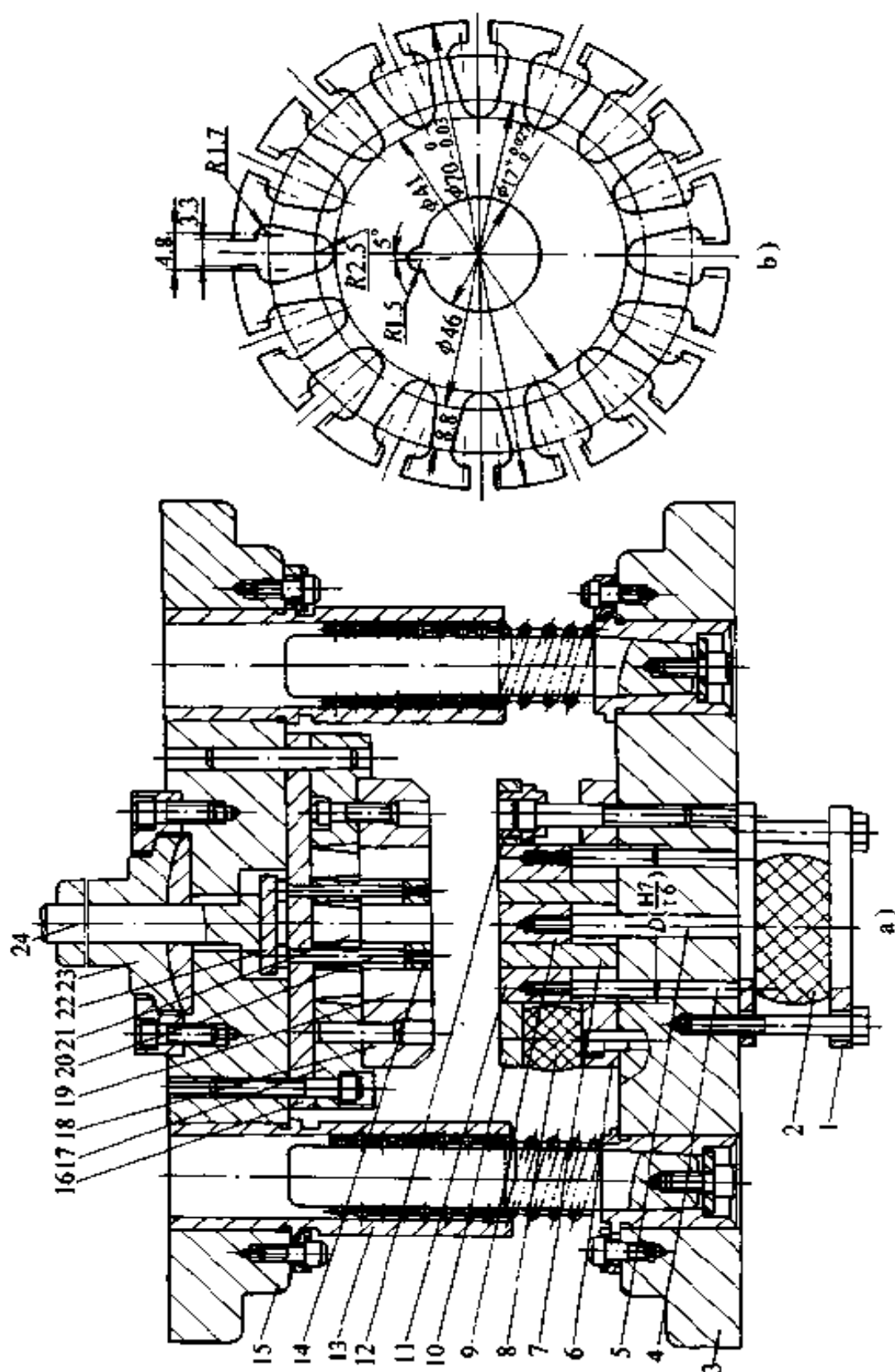


图 14-34 整体式复合模

a) 整体式复合模 b) 冲裁件

- 1—橡胶夹板 2、8—橡胶 3—下模座 4、5—顶杆 6—下固定板 7—凸凹模 9、11—顶块 10—卸料板
 12—螺钉套管 13—导向装置 14—打料板 15—上模座 16—垫板 17—上固定板 18—落料凹模
 19—冲孔凸模 20、24—打杆 21—冲孔凸模 22—圆形打板 23—浮动模柄

3) 总装配, 先将下固定板与下模座用螺钉、定位销固定, 合上凹模 (此时凸凹模及冲槽凸模间尚有间隙, 可不予考虑), 刃口合进约 5mm。为了保证上固定板底面与下模 (凸凹模) 的轴线垂直, 可用三个等高垫块垫平, 然后合上上模座, 下压至上模座平面与上固定板平面相接触, 用两平行夹板夹紧, 取出后, 钻攻螺钉孔, 并用螺钉紧固, 重新合模。使上、下模能顺利合进, 无阻滞现象, 即可进行切纸片试模。

4) 调试 用切纸法试冲, 切口有局部毛刺或未切断时, 则说明间隙不均匀, 局部过大, 即应调整。可用铜棒轻敲固定板外圆调整。然后钻、铰定位销孔, 打入定位销。调试完毕后方可装上冲压机试冲。

(3) 装配工艺过程 见表 14-12。

表 14-12 整体式复合模装配工艺过程

工序号	工序名称	工 序 内 容
1	组装	将凸凹模 7 装入下固定板 6 中
		1. 用热装方法, 孔加热温度 350℃
		2. 热装后以刃口面为基准, 磨平下固定板底面
2	组装	1. 用螺钉预装下固定板 6 与下模座 3 联接, 装配前用百分表检查其平面平行度, 不平行时, 需铲刮至平行
		2. 装橡胶, 卸料板 10、顶块 11、螺纹套管 12 及橡胶夹板 1、顶杆 4、5 用螺钉联接
		3. 将锥孔衬套压入下模座孔中, 并用压板螺钉固定
3	装导柱	1. 将导柱压入下模座锥孔中, 压入后用 90°角尺检验其垂直度公差 100mm:0.015mm
		2. 滚珠进行选配, 其直径相对误差小于 0.02mm, 选对后装入滚珠套内
4	装上模座	1. 将浮动模柄 23、顶杆 24、球面垫圈装入上模座 15 内

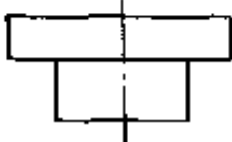
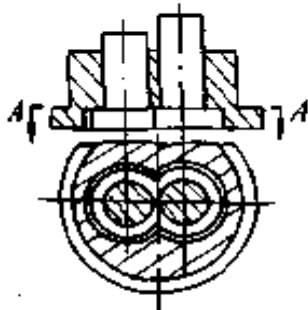
(续)

工序号	工序名称	工 序 内 容
4	装上模座	2. 将导套 13 压入上模座, 并进行固定
		3. 将落料凹模 18、冲槽凸模 19、冲孔凸模 21、装入上固定板 17 上, 并用合金浇注法固定, 冷却后铲去多余合金, 固定板底面磨平
		4. 用螺钉将固定板 17、垫板 16、22 与上模座 15 联接
		1. 将滚珠、弹簧放入导柱中, 把上模座套入下模座的导柱内, 检验导套与导柱的松紧程度
5	总装	2. 用三只等高垫块检验上固定板底面与下模的轴线垂直
		3. 钻、铰下模座与下固定板的定位销孔, 打入定位销后, 合拢上、下模
		1. 用切纸法调试
6	调试	2. 调试后, 钻、铰上模座与上固定板的定位销孔, 并打入定位销
		3. 再调试, 合格为止

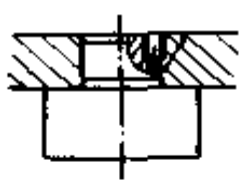
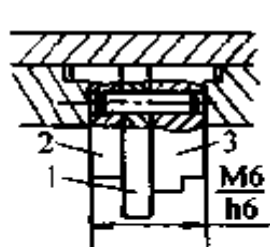
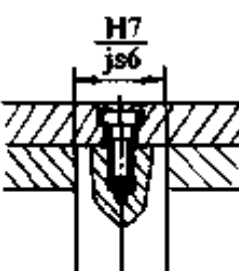
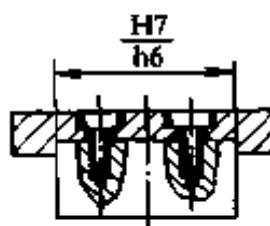

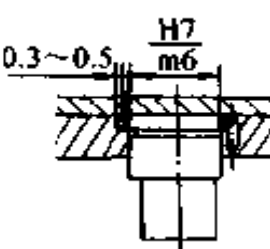
30. 塑料压缩模常用凸模结构及固定形式有哪些? 各有何特点?

答: 压缩模常用凸模结构、固定形式及特点见表14-13。

表 14-13 常用凸模结构及固定形式

简 图	特 点	简 图	特 点
	整体凸模结构牢固, 但加工不便, 适用于形状简单, 凸模不高, 热处理不易变形、加工较容易的凸模		多个型芯组合而成。当某一部分磨损后, 便于更换

(续)

简图	特点	简图	特点
	螺纹联接, 一般用于圆形凸模		凸模由件1、件2及件3组成, 用定位销定位, 螺钉横向联接, 为组合式结构
	凸模尾部装入模板, 用螺钉拉紧, 适用于中小型凸模		适用于形状复杂的矩形凸模, 选用螺钉应有足够强度
	凸模端面与模板用圆销定位, 螺钉联接, 适用于较大型的凸模, 加工方便		凸模尾部带有台阶, 装入模板后由台阶承受开模力, 结构可靠, 如圆形凸模有固定位置要求时, 可用防转销钉。适用于中、小型凸模

注: 1. 使用材料: 简单形状凸模宜用 T8、T10、T10A; 复杂形状的凸模宜用 T10A、CrWMn、5CrMnMo、12CrMo、Cr6WV、5CrNiMo、9Mn2V。

2. 热处理: 简单形状凸模 45~50HRC; 复杂形状凸模 40~50HRC。

3. 表面粗糙度: R_a 值一般为 $0.2 \sim 0.1 \mu\text{m}$, 塑件表面质量要求高或塑料流动性差时为 $R_a 0.1 \sim 0.025 \mu\text{m}$, 凸模与加料腔配合部分一般为 $R_a 0.8 \sim 0.2 \mu\text{m}$; 与模板的配合面及组合式结构中的结合面, 一般为 $R_a 0.8 \mu\text{m}$, 其他部位为 $R_a 6.3 \sim 1.6 \mu\text{m}$ 。


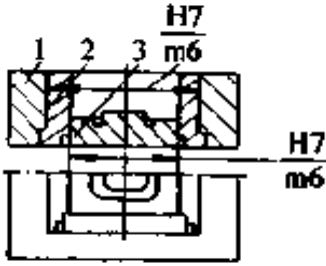
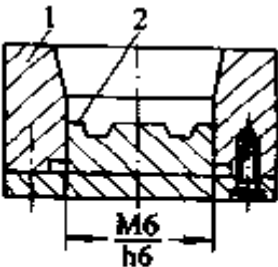
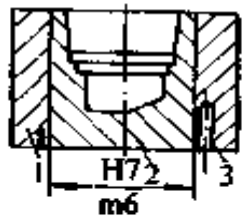
4. 镀铬: 凸模与加料腔配合部位及成形部分镀铬厚度一般为 $0.015 \sim 0.02 \text{mm}$, 镀后应抛光到上述表面粗糙度要求。

31. 塑料压缩模常用凹模结构及组合形式有哪些? 各有

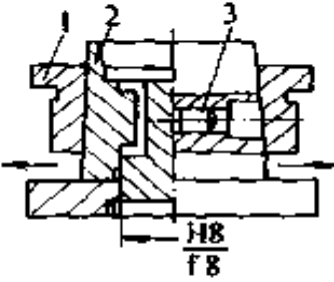
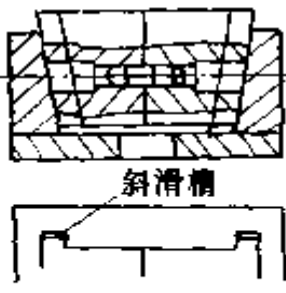
何特点?

答:压缩模常用凹模结构、组合形式、特点见表 14-14。

表 14-14 常用凹模结构及其组合形式

结构形式	特点	结构形式	特点
	<p>整体凹模强度高,成型质量好。但加工困难,凹模局部损坏后维修困难。</p>	 <p>1—模套 2—拼块 3—下凸模</p>	<p>拼块凹模组合结构,用于成型大型塑件。便于加工,减少热处理变形,节省优质钢材,防止淬硬等不可用此结构。凹模由模套及拼块 2 及下凸模 3 等组成。拼块热处理后可用磨削加工修整,并便于抛光。</p>
 <p>1—整体型腔 2—下凸模</p>	<p>整体型腔组合凹模结构,当塑件尺寸较大或结构复杂时,为便于加工,一般采用此种结构,由 1 和 2 组成。可避免塑料挤入水平接缝内。凹模如有局部损坏也便于更换维修。</p>	 <p>1—模套 2—嵌件 3—定位销(键)</p>	<p>嵌件式组合凹模,凹模由模套 1 及嵌件 2 组成,嵌件一般用冷挤或电火花加工。为增强嵌件强度,故将嵌件压入模套内。对多腔模具,模套的腔间壁厚一般为 10~15mm。对圆形嵌件成型部分有定位要求时,则应采用定位销 3 或定位键。</p>

(续)

结构形式	特点	结构形式	特点
 <p>1—模套 2—拼块 3—导柱</p>	<p>模套锁紧，组合凹模，凹模由垂直分型的拼块2及模套1组成，两拼块闭合时用导柱3定位，用开模器具开模。使用时先闭模，下压模套锁紧拼块，然后凸模回升，装料后再次下降，压制塑件。塑件成型后开模将模套拉起，然后再水平分开拼块，开模取出塑件</p>	 <p>斜滑槽</p>	<p>开模时利用斜槽，在推出凹模拼块同时即分开拼块，槽的斜度应保证拼块分开</p>

32. 塑料注射模如何在注射机上定位和安装?

答：注射模在注射机上的定位和安装，必须保证模具安装后的空间位置，使注射机的喷嘴与模具的浇口套中心一致，且模具在注射机上固定要牢固可靠。根据模具的构造，使分型闭模时动模保持前后动作的可靠。限制性要求为：迅速、安全，不担心注射机发生问题。

注射模固定方法有四种，各种固定方法及特点见表14-15。

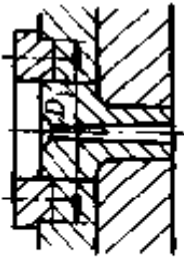
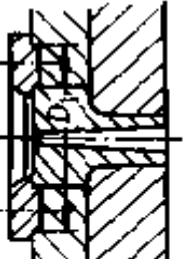
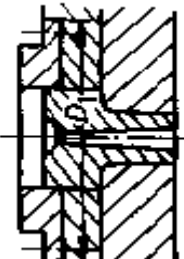
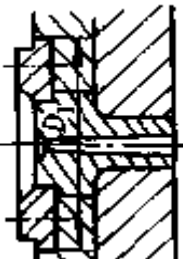
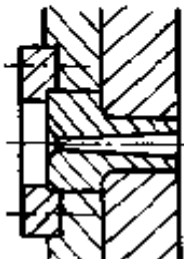
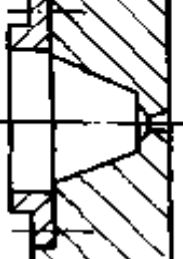
表 14-15 模具的固定方法及特点

序号	图	摘要
1		<p>模具固定板大于模板，直接用螺钉紧固于注射机的安装板上的方式 不需安装夹具，但需根据注射机的安装螺钉位置而将固定板放得相当大</p>
2		<p>模具固定板稍大于模板，采用安装夹具的安装方式不需加工模板的安装槽</p>
3		<p>在模板侧面加工安装，用安装夹具装夹的方式固定板与模板可以大小一样</p>
4		<p>不用模具固定板时，在模板侧面加工安装的装夹方式</p>

通常为了使喷嘴中心与浇口套中心一致，模具上使用定位圈与注射机上的模板孔配合联接，采用间接方法保证对准中心。此外，定位圈还可压牢浇口套，以防止其受注射力的反作用力而脱出。

根据不同要求，定位圈的选择和安装方法也不尽相同。几种特殊定位圈的应用示例见表 14-16。

表 14-16 特殊定位圈的应用示例

使用例	说明	使用例	说明
	<p>考虑定位圈的调换, 使用图示的形状调换的定位圈直径 D_1 及内孔应保持不变</p>		<p>用特殊形状的定位圈, 便于定位圈的调换并兼起防止浇口套拔出的作用, 调换的定位圈 D_1 及内孔应保持不变</p>
	<p>与上图一样考虑定位圈的调换, 使用图示形状, 调换的定位圈直径 D_1 及内孔应保持不变</p>		<p>用特殊形状的定位圈, 与上图一样, 便于调换定位圈, 并兼起防止浇口套拔出的作用</p>
	<p>用特殊形状的定位圈, 以定位圈的肩部压住浇口套, 兼起防止浇口套拔出作用</p>		<p>用特殊形状的定位圈。采用延长喷嘴时的实例</p>

一般注射机上的喷嘴与浇口套中心同轴度误差在 0.1mm 即可。如果以模具外形尺寸作基准, 模具装在注射机的模板上的纵向、横向位置就可确定, 采用楔块作定位支承, 模具上的定位圈可省去。如图 14-35 所示就是利用模具两侧面的 V 形槽作定位支承面进行安装定位, 可省去定位圈。

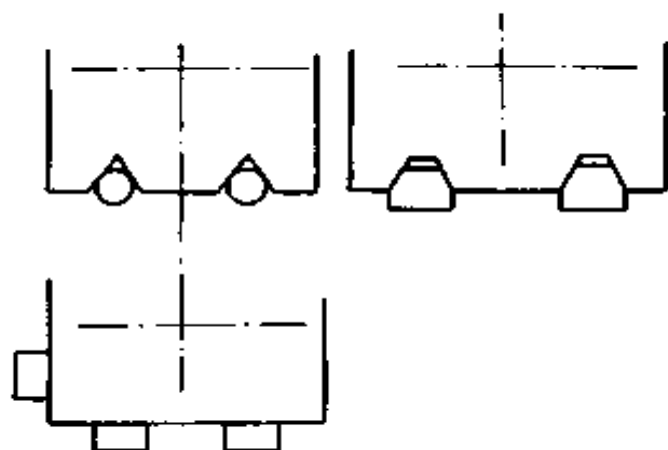
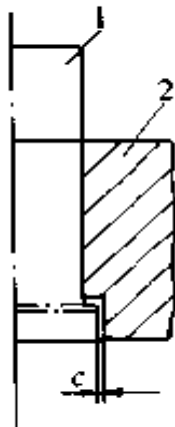


图 14-35 模具不使用定位圈的固定方法

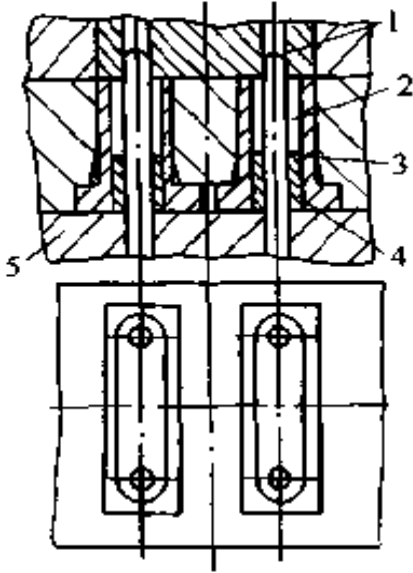

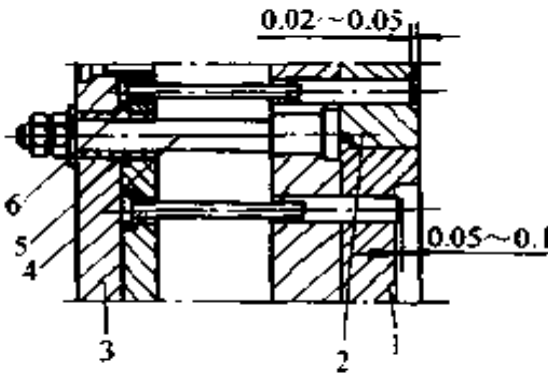
33. 注塑模（或压铸模）装配要点有哪些？

答：注射模装配主要步骤见表 14-17。

表 14-17 注塑模装配步骤

装配过程	装配要点	示意图
型芯与固定板装配	型芯与固定板孔一般采用过渡配合	 <p>1—型芯 2—固定板</p>

(续)

装配过程	装配要点	示意图
型腔凹模 与动、定模 板的装配	凹模与动、定模板镶合后，型面上要求紧密无缝，因此凹模压入端不允许修出斜度而将导入斜度设在模板上	 <p>1—定模镶块 2—小型芯 3—型腔凹模 4—推杆 5—小型芯固定板</p>
导柱、导套的装配	导柱、导套压入动、定模板以后，启模合模时导柱、导套间应滑动灵活	
推杆装配	在模具操作过程中，推杆应保持灵活，避免磨损	 <p>1—型腔镶件 2—动模板 3—推杆 4—导柱 5—导套 6—复位杆</p>

(续)

装配过程	装配要点	示意图
卸料板装配	为提高寿命,卸料板型孔可镶入淬硬镶块	——
滑块抽芯机构装配	型芯与孔配合正确,而且滑动灵活	——

34. 在压力机上如何安装和调整模具

答:设计模具时,必须先选定压力机。具体选择压力机时,主要考虑的是冲压的工艺性、生产批量和现有的设备等情况。此外,还要了解压力机的主要技术参数。

(1) 压力机的规格包括以下主要技术参数

1) 公称压力,又称额定压力(常用吨表示,法定单位以千牛表示,即 $1t = 10kN$)。压力机的公称压力,系指滑块离下止点前某一特定距离,或曲轴转角离下止点前某一角度时的压力。一般情况下,确定压力机的压力应将冲裁力、卸料力、顶件力等全部考虑在内。

2) 滑块行程,是指滑块从上止点到下止点所经过的距离。对于冲裁、精压工序,所需行程较小;拉深、弯曲一般需要较大行程。拉深时,滑块行程应大于 2.5~3 倍拉深件高度。

3) 行程次数,指滑块每分钟的往复次数,它与生产率有直接关系。通常所说的冲压速度,就是指行程次数多少。

4) 工作台面尺寸,指工作台面的长、宽尺寸。一般应比冲模下模座大 50~70mm,以保证模具能正确地安装在台面上。同时,下漏的废料或制件应能顺利通过台面孔。

5) 闭合高度和装模高度。闭合高度是指压力机滑块在下止点时,滑块底面到工作台上平面(不包括垫板厚度)间

的距离；装模高度是指滑块在上止点时，滑块底平面至工作台垫板上平面间的距离。闭合高度与装模高度的差值，即为工作台垫板厚度。压力机的装模高度，必须大于模具闭合高度。模具的闭合高度必须与压力机的装模高度相协调，否则模具便无法安装到压力机上。为了在压力机上安装不同高度的模具，装模高度可以通过螺纹连杆在一定范围内调节。

(2) 模具的安装与调整 在压力机上安装与调整模具，是一件很重要的工作，它将直接影响制件质量和安全生产。因此，安装和调整模具不但要熟悉压力机和模具的结构性能，而且要严格执行安全操作制度。

模具安装的一般注意事项有：检查压力机上的打料装置，将其暂时调整到最高位置，以免在调整压力机闭合高度时被折弯；检查模具的闭合高度与压力机的闭合高度是否合理；检查下模顶杆和上模打料杆是否符合压力机打料装置的要求（大型压力机则应检查气垫装置）；模具安装前应将上、下模板和滑块底面的油污揩拭干净，并检查有无杂物，防止影响正确安装和发生意外事故。

模具（带有导柱导向机构）安装的一般次序如下：

1) 根据冲模的闭合高度调整压力机滑块的高度，使滑块在下止点时其底平面与工作台面之间的距离大于冲模的闭合高度。

2) 先将滑块升到上止点，冲模放在压力机工作台面规定位置，再将滑块停在下止点，然后调节滑块的高度，使其底平面与冲模上模座上平面接触。带有模柄的冲模，应使模柄进入模柄孔，并通过滑块上的压块和螺钉将模柄固定。对于无模柄的大型冲模，一般用螺钉等将上模座紧固在压力机滑块上，并将下模座初步固定在压力机的台面上（不拧紧螺

钉)。

3) 将压力机滑块上调 3~5mm, 开动压力机, 空行程 1~2 次, 将滑块停于下止点, 固定住下模座。

4) 进行试冲, 并逐步调整滑块到所需的高度。如上模有顶杆, 则应将压力机上的卸料螺栓调整到需要的高度。

第十五章 模具的检测和修整

1. 模具零件加工精度检测内容有哪些？

答：模具零件精度是保证模具精度的关键，为了保证模具装配精度，模具零部件的所有图样标注尺寸都必须有专职检查人员认真检验，或者由装配钳工逐一进行检查和验收。

模具零件加工精度的检测应使用和图样标注尺寸公差相应精度级别的检测工具和仪器，如卡尺、千分尺、角度尺、深度尺、投影仪以及各种专用测量工具、表面粗糙度的检测应按标准进行。复杂型腔模具的自由曲面。过渡面等位置的测量应采用三坐标测量机。

模具标准件如模架等，应按标准验收。

2. 模具零件内在质量的检测包括哪些内容？

答：模具零件内在质量检测主要在选材、毛坯制备和热处理过程中进行。检测主要内容如下：

1) 材料。检验人员应在模具零件进入粗加工之前对材料进行检验和核对，防止使用不合格材料或在下料过程中的混料现象发生。

2) 毛坯质量。毛坯内在质量检测有以下几项：炼钢炉号及化学成分、纤维方向、宏观缺陷、内部缺陷和退火硬度等。毛坯质量指标应由毛坯制造单位提供，模具制造单位复核。对一些重要模具，如锻模、压铸模等模块，应在粗加工之后再次探伤，避免缺陷超标的零件进入热处理和精加工工序。

3) 热处理质量。模具零件热处理质量的主要检验项目是：强度（或硬度）及其均匀性，工件表面的脱碳和氧化情况，零件内部组织状态及热处理缺陷（微裂纹、变形），表面处理层的组织和深度。

4) 其他性能。对一些高精密模具的主要零件或部件由热加工（热处理、焊接）或镶拼引起的内应力应加以测定和限制，防止对精加工（线切割、磨削）带来困难，以及由此引起的模具尺寸稳定性下降。

3. 塑料注射模模具结构精度如何检测？

答：注射模结构零件包括模板、导柱、导套、推杆、推板、复位杆等，其精度检测可参照表 15-1 进行。

表 15-1 模具的结构精度

模具零件	部 位	条 件	标 准 值
模 板	厚度	要求平行	300mm:0.02mm
	装配总厚度	要求平行	0.1mm
	导柱孔	要求孔径正确	H7
		要求定模、动模位置一致	±0.02mm 以内
		要求垂直	100mm:0.02mm
	顶杆、复位杆孔	要求孔径正确	H7
要求垂直		配合长度:0.02mm	
导 柱	压入部分直径	精 磨	k6、k7、m6
	滑动部分直径	精 磨	f7、e7
	平直度	要求无弯曲	100mm:0.02mm
	硬 度	淬火回火	55HRC 以上
导 套	外 径	精 磨	k6、k7、m6
	内 径	精 磨	H7
	内外径的关系	要求同轴	0.01mm
	硬 度	淬火回火	55HRC 以上

(续)

模具零件	部 位	条 件	标 准 值	
推 杆 复位杆	滑动部分直径	精磨	2.5~5mm	-0.01mm -0.03mm
			6~12mm	-0.02mm -0.05mm
	平直度		要求无弯曲	100mm:0.1mm
	硬 度		淬火回火或氮化	55HRC 以上
推 板	推杆安装孔	孔位置与模板同尺寸	±0.3mm	
	复位杆安装孔		±0.6mm	
有侧型芯 机构时	滑动部分配合	不咬死, 滑动灵活	f7、e6	
	硬 度	双方或一方淬火	50~55HRC	

注: 关于条件、标准值的具体内容参照各有关规定。

4. 塑料注射模一般尺寸偏差应如何选择?

答: 在注射模图样上, 无特殊标注的尺寸偏差, 包括成形部位和一般尺寸, 以及调整余量值的偏差值参照表 15-2 选择。

表 15-2 模具一般尺寸偏差 (mm)

基本尺寸	成形部位			一般	调整余量	
	参数及公差				公差	尺寸数值
	一般	圆孔中心距	以名义尺寸作为 长度部位的壁厚			
63 以下	±0.07	±0.03	±0.07	±0.1	0.1	+0.1 0
63 以上 250 以下	±0.1	±0.04	±0.1	±0.2	0.2	
250 以上 1000 以下	±0.2	±0.05	±0.2	±0.3	0.3	

注: 1. “成形部位”是指在模具上形成塑件的部位。

2. “一般”是指除了配合部位、成形件部位、调整部位、拼合部位以外的一般部分。

3. “调整余量”是指由于拼合部位须经修配加工而保留的余量尺寸。

4. “圆孔中心距”不适用于型腔间的中心距。导柱中心距。

5. 同轴度误差无特别规定, 希望尽量包括在一般尺寸的公差范围内。

当基本尺寸较大时会使精度定得过高，根据塑件要求这又是不必要的。对成型塑件壁厚部位，如以基本尺寸大小来取公差，则又使壁厚公差增大，不能保证塑件需要的壁厚尺寸要求。这类情况通常取模具成形零件的有关公差为对应的塑件公差的 $1/3 \sim 1/4$ 。

5. 冲模零件的主要技术要求有哪些？

答：冲模零件的主要技术要求如下：

1) 零件的材料除按有关零件标准规定使用材料外，允许代用，但代用材料的力学性能不得低于原规定的材料。

2) 零件图上未注公差尺寸的极限偏差按 GB1804—79《公差与配合·未注公差尺寸的极限偏差》规定的 IT14 级精度。孔尺寸按 H14，轴尺寸按 h14、长度尺寸按 JS14。

3) 零件上未注明的倒角尺寸，除刃口外所有锐边和锐角均应倒角或倒圆，视零件大小，倒角尺寸为 $C0.5 \sim C2$ (即 $0.5 \times 45^\circ \sim 2 \times 45^\circ$)，倒圆尺寸为 $R0.5 \sim R1$ 。

4) 零件图上未注明的铸造圆角半径为 $R3 \sim R5$ 。

5) 零件图上未注的钻孔深度的极限偏差取 $(\begin{smallmatrix} +0.50 \\ -0.25 \end{smallmatrix})$ mm。

6) 螺纹长度表示完整螺纹长度，其极限偏差取 $(\begin{smallmatrix} +1.0 \\ -0.5 \end{smallmatrix})$ mm。

7) 中心孔的加工按 GB145-85《中心孔》中的规定。

8) 滚花按 GB6403.3-86《滚花》中的规定。

9) 各种模柄（包括带柄上模座的模柄）的圆跳动公差要求，应符合表 15-3 的规定。

表 15-3 圍繞动公差值 T (mm)

基本尺寸	>18~30	>30~50	>50~120	>120~250
T 值	0.025	0.030	0.040	0.050

注：1. 基本尺寸是指模柄（包括带柄上模座）零件图上标明的被测部位的最大尺寸。

2. 公差等级：按 GB1184—80《形状和位置公差未注公差的规定》8级。

10) 所有模座、凹模板、模板、垫板及凸模（凸凹模）固定板等上、下表面的平行度公差要求应符合表 15-4 的规定。

表 15-4 平行度公差值 T (mm)

基本尺寸		>40	>63	>100	>160	>250	>400	>630	>1000
		~63	~100	~160	~250	~400	~630	~1000	~1600
公差等级	4	0.008	0.010	0.012	0.015	0.020	0.025	0.030	0.040
	5	0.012	0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.050	0.060

注：1. 基本尺寸是指被测表面的最大长度尺寸或最大宽度尺寸。

2. 公差等级：按 GB1184—80《形状和位置公差未注公差的规定》。

3. 滚动导向模架的模座平行度误差采用公差等级 4 级。

4. 其他模座和板的平行度误差采用公差等级 5 级。

11) 矩形凹模板、矩形模板等零件图上标明的垂直度公差要求应符合表 15-5 的规定。

表 15-5 垂直度公差值 T (mm)

基本尺寸	>40~63	>63~100	>100~160	>160~250
T 值	0.012	0.015	0.020	0.025

注：1. 基本尺寸是指被测零件的短边长度。

2. 公差等级按 GB1184—80《形状和位置公差未注公差的规定》5级。

12) 上、下模座的导柱、导套安装孔的轴心线应与基准面垂直，其垂直度公差规定为：安装滑动导向的导柱或导套的模座为 100mm:0.01mm；安装滚动导向的导柱或导套的

模座为 $100\text{mm}:0.005\text{mm}$ 。

6. 模具零件的线性尺寸应如何检测？通常采用哪些量具？

答：模具零件线性尺寸包括：长、宽、高、沟槽长、宽、深、圆弧半径、圆柱直径、孔径等。其检测方法和常用量具如下：

1) 游标量具，包括游标卡尺，游标深度尺和游标高度尺等。主要用来测量零件长、宽、高及沟槽，圆柱直径，孔径等。

2) 测微量具，包括千分尺、内径千分尺、深度千分尺、内测千分尺和杠杆千分尺等。可测量零件的直径，孔径等的更高精度。

3) 指示式量具，包括杠杆百分表、杠杆千分表、内径百分表等。主要用于对零件长度尺寸，轴的直径的直接测量和比较测量，或用比较法测量孔径或槽深。

4) 量块。主要用于鉴定和校准各种长度计量器具和在长度测量中作为比较测量的标准，还可用于模具制造中的精密划线和定位。

7. 模具零件的角度和锥度应如何测量？常用量具有哪些？

答：模具零件角度和锥度的测量方法如下：

(1) 角度和锥度的相对测量 将具有一定角度或锥度的量具和被测量的角度或锥度相比较，用光隙法或涂色法测量被测角度或锥度。所用的量具有角度量块、角尺、圆锥量规等。

(2) 角度和锥度的绝对测量 用分度量具、量仪来测量零件的角度，可以直接读出被测零件角度的绝对数值。常用的量具、量仪有万能角度尺和光学分度头等。

(3) 角度和锥度及有关长度的间接测量 其特点是利用

万能量具和其他辅助量具，测量出和角度或锥度的有关的线性尺寸，通过三角函数关系计算得到要检验的角度或锥度。测量方法及采用的量具主要有：

- 1) 用正弦规间接测量角度（或锥度）。
- 2) 用精密钢球和圆柱量规间接测量圆锥孔和圆锥体的圆锥半角。
- 3) 用精密圆柱量规和游标高度尺测量 V 形槽角度。
- 4) 用精密圆柱量规和万能角度尺测量 V 形槽槽口宽度。
- 5) 用两个等直径的精密圆柱量规和万能角度尺测量燕尾槽底面宽度。
- 6) 用游标卡尺间接测量外圆弧面半径。
- 7) 用三个等直径精密圆柱量规和一个游标深度尺间接测量内圆弧面半径。
- 8) 用两个等直径的精密圆柱量规和一个万能角度尺间接测量对称形状圆锥体大端尺寸。

8. 样板分哪些种类？各有什么作用？

答：样板是检查确定工件尺寸、形状或位置的一种专用量具。样板通常用金属薄板制造，用其轮廓形状与被检测工件的轮廓相比较进行测量。

样板的种类很多。按样板的使用范围可分为标准样板和专用样板两大类。

1) 标准样板。通常只适用于测量工件的标准化部分的形状和尺寸。如螺纹样板，半径样板（由凸形样板和凹形样板组成）。

2) 专用样板。根据加工和装配要求专门制造的样板。按其用途不同可分为：划线样板，测量样板（又称工作样

板)、校对样板、分型样板(又称辅助样板)。

9. 样板的使用方法有哪些?

答: 样板的使用方法, 一般有以下两种:

1) 拼合检查。拼合检查又称嵌合检查, 是最常用的一种使用方法。使用时, 将样板的测量面与工件被测量表面相拼合, 然后用光隙法确定缝隙(透光)的大小。一般拼合检查能达到比较高的测量精度。

2) 复合检查。将样板复合在工件表面上, 按样板轮廓形状对工件轮廓形状进行检查的方法称为复合检查。复合检查的测量精度较低, 一般适用于毛坯的检查。

10. 用样板检测模具零件的特点有哪些?

答: 用样板检测模具零件的特点如下:

(1) 优点

1) 用样板检测操作简便。

2) 检测时不需要专用设备, 常用的只是塞尺和适当的光源。

3) 检测效率高, 能很快地得到检测结果, 判断是否合格。

4) 样板本身很轻便, 使用方便灵活。

(2) 缺点

1) 制造比较困难, 尤其是精度较高、形状较复杂的样板。

2) 通用性较低, 样板一般是按专门要求而设计制造的, 只能用于某一工件的检测。

(3) 适用范围

1) 模具的生产批量较大时用样板检测。

2) 要检测的模具形状较复杂又不宜用万能量具测量时

用样板检测。

由于样板在模具检测中应用较广，通常在大型模具厂的工具车间设有样板工段，专门制造各种样板。

11. 样板在模具制造和检测中得到哪些方面的应用？

答：模具样板一般由模具钳工手工制作，精心研磨抛光而成，它是手工制造模具必不可少的专用量具。样板在模具制造和检测中应用如下：

- 1) 用样板在冲裁凸、凹模端面上划线。
- 2) 用工作样板检测凸模或凹模的尺寸或形状。
- 3) 利用样板可以检查冲裁凸模或凹模所留的间隙是否适当。
- 4) 用具有内外测量面的工作样板可以初步确定多凸模的安装位置是否正确。
- 5) 用样板检测模具容易保证冲制零件的互换性。

12. 使用样板检测模具的注意事项有哪些？

答：使用样板检测模具（或零件）的注意事项如下：

- 1) 借用模具样板，必须查明标记，所用样板标记同制作的模具图号应相符。标记不清不能使用。
- 2) 长期不用的样板，经检查合格后方可使用。已变形、腐蚀和磨损的不合格样板不能使用。
- 3) 样板使用前要擦干净，使用时要轻拿轻放，防止碰撞或变形，以免过早磨损或失去精度。
- 4) 测量时，样板的温度应与被测模具（或零件）的温度基本接近，以免产生误差。
- 5) 样板用后要擦干净，涂上防锈油，妥善保管或交还工具库。

13. 模具成形零件型面检测方法有哪些？采用哪些量具

(或量仪)?

答: 模具成形零件如凸模、凹模(或凸凹模)、镶块、顶件块等都具有特殊型面, 其检测方法和所用量具(或量仪)如下:

1) 样板检测型面。包括: 半径样板, 由凹形样板和凸形样板组成, 可检测模具零件的凸凹表面圆弧半径, 也可以作极限量规使用; 螺纹样板, 主要用于低精度螺纹的螺距和牙型角的检验; 对于型面复杂的模具零件, 则需专用型面样板检测, 以保证型面尺寸精度。

2) 光学投影仪检测型面。是利用光学系统将被测零件轮廓外形(或型孔)放大后, 投影到仪器影屏上进行测量的方法。经常用于凸模、凹模等工作零件的检测, 在投影仪上, 可以利用直角坐标或极坐标进行绝对测量, 也可将被测零件放大影像与预先画好的放大图相比较以判断零件是否合格。

14. 模具零件形位公差检测项目及检测方法有哪些? 采用哪些量具(或量仪)?

答: 模具零件形位公差检测项目, 检测方法及常用量具(或量仪)如下:

(1) 平面度、直线度的检测 平面是一切精密制造的基础, 它的精度用平面度(对于面积较大的平面)或直线度(对于较窄的平面、母线或轴线)来表示, 通称平直度。检验平面度误差和直线度误差的一般量具或量仪有检验平板、检验直尺和水平仪; 精密量具或量仪有合像水平仪、电子水平仪、自准直仪和平直度测量仪等。

(2) 圆度、圆柱度的检测 用圆度仪可以测圆度误差和圆柱度误差。

圆度仪是一种精密计量仪器, 对环境条件有较高的要

求，通常为计量部门用来抽检或仲裁产品中的圆度和圆柱度时使用。其测量结果可用数字显示，也可绘制出公差带图。但垂直导轨精度不高的圆度仪不能测量圆柱度误差，而具有高精度垂直导轨的圆度仪才可直接测得零件的圆柱度误差。这种仪器可对外圆或内孔进行测量，也可测量用其他方式不便检测的零件垂直度或平行度误差。

测量时，将被测零件放置在圆度仪上，同时调整被测零件的轴线，使其与量仪的回转轴同轴，然后测量并记录被测零件在回转一周过程中截面上各点的半径差（测圆柱度时，如果测头设有径向偏差可按上述方法测量若干横截面，或测头按螺旋线绕被测面移动测量），最后由计算机计算圆度或圆柱度误差。圆度误差测量方法如图 15-1 所示；圆柱度误差测量方法如图 15-2 所示。

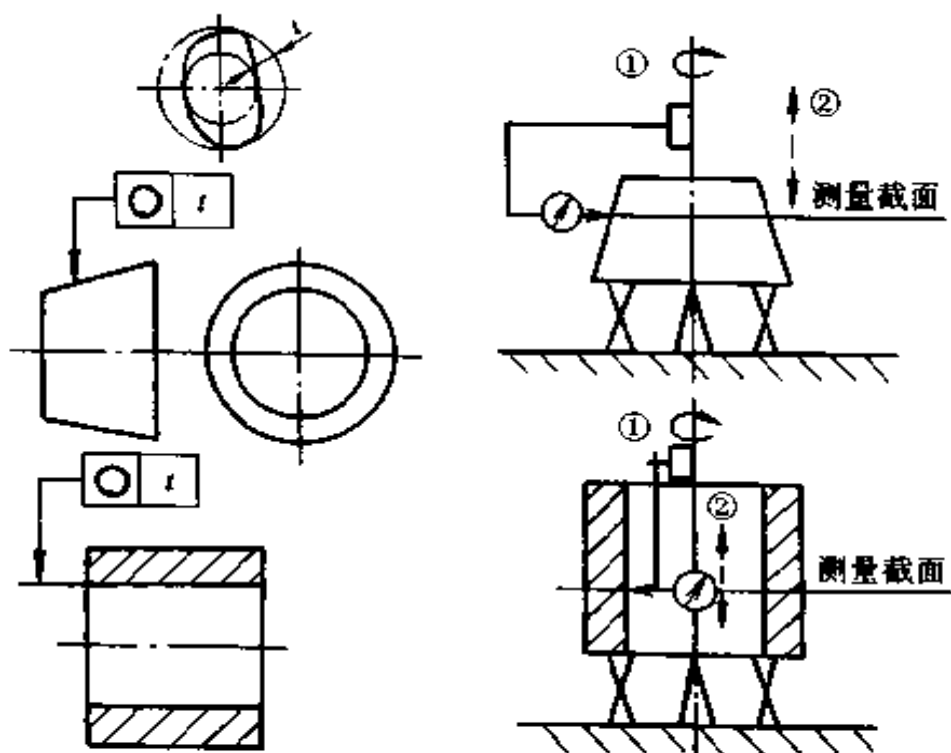


图 15-1 圆度误差测量方法

在模具设计中，对圆度公差项目的使用较多，如国家标准冷冲模中的导柱、导套、模柄等零件都要求控制圆柱度。圆柱度误差可以看作是圆度、母线直线度和母线间平行度误差的综合反映，因而在不具备完善的检测设备条件时可通过这三个相关参数的误差来间接评定圆柱度误差。

(3) 同轴度的检测 其常用测量方法和所用量具和量仪如下：

1) 用圆度仪测量同轴度误差如图 15-3 所示。调整被测零件，使基准轴线与仪器主轴的回转轴线同轴，在被测零件的基准要素和被测要素上测量若干截面，并记录轮廓图形，根据图形按定义求出同轴度误差。

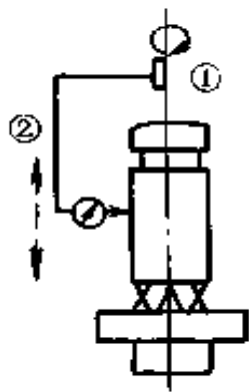


图 15-2 圆柱度误差测量方法

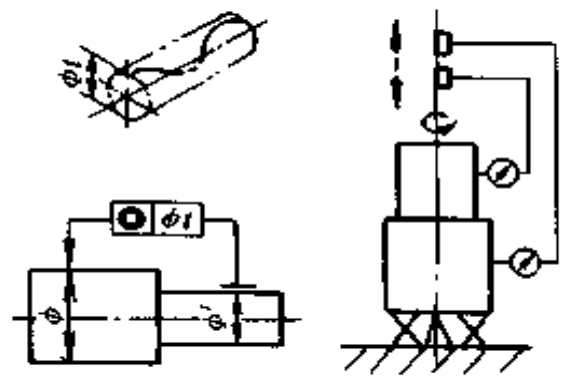


图 15-3 用圆度仪测量同轴度误差的方法

2) 用平板、刃口 V 形架和百分表测量同轴度误差如图 15-4 所示。

(4) 形位公差的综合检测 采用现代检测设备，可同时对模具零件多项形位公差进行综合检测。

1) 圆度仪 不仅能检测零件的圆度和圆柱度，还可对零件外圆或内孔进行垂直度或平行度检测。

2) 三坐标测量仪 它是由 X、Y、Z 三轴互成直角配

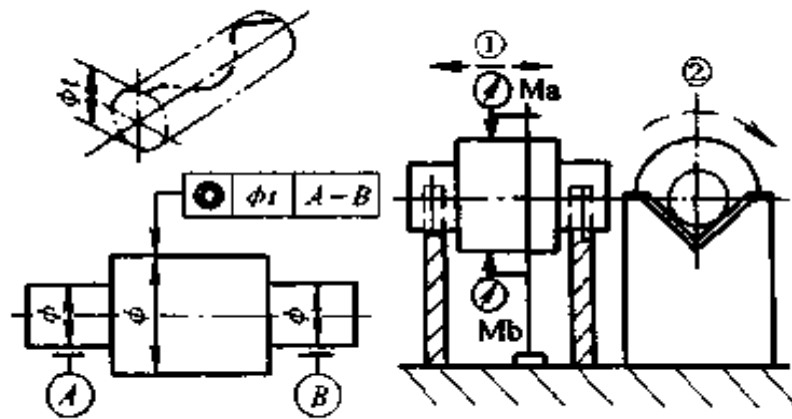


图 15-4 用 V 形架测量同轴度误差的方法

置的三个坐标值来确定零件被测点空间位置的精密测试设备，其测量结果可用数字显示，也可绘制图形或打印输出。由于配有三维触发式测头，因而对准快、精度高。其标准型多用于配合生产现场的检测，精密型多用于精密计量部门进行检测、课题研究或对有争议尺寸的仲裁。

三坐标测量仪可以方便地进行直角坐标系之间或直角坐标系与极坐标系之间的转换，可以用于线性尺寸、圆度、圆柱度、角度、交点位置、球面、线轮廓度、面轮廓度、齿轮的齿廓、同轴度、对称度、位置度以及遵守最大实体原则时的最佳配合等多种项目的检测。

15. 冲模模架的技术要求及检测项目有哪些？

答：模架的主要技术要求及检验项目如下：

1) 组成模架的零件必须符合相应的标准要求和技术条件规定。

2) 装入模架的每对导柱和导套(包括可卸导柱和导套)，装配前需经选择配合，配合要求应符合表 15-6 的规定。

3) 装配成套的滑动导向模架，按表 15-7 技术指标分级；装配成套的滚动导向模架，按表 15-8 技术指标分级。任何一级模架必须同时符合 A、B、C 三项技术指标，不符合表 15-

7、表 15-8 精度规定的模架不予列入等级标准。I级精度的模架必须符合导套、导柱配合精度为 H6/h5 时,按表 15-6 给定的配合间隙值;II级精度的模架必须符合导套、导柱配合精度为 H7/h6 时,按表 15-6 给定的配合间隙值。

表 15-6 导柱和导套的配合要求 (mm)

配合形式	导柱直径	配合精度		配合后的过盈
		H6/h5	H7/h6	
		配合后的间隙值		
滑动配合	≤18	0.003~0.01	0.005~0.015	
	>18~28	0.004~0.011	0.006~0.018	
	>28~50	0.005~0.013	0.007~0.022	
	>50~80	0.005~0.015	0.008~0.025	
	>80~100	0.006~0.018	0.009~0.028	
滚动配合	>18~35	-	-	0.01~0.02

表 15-7 滑动导向模架分级技术指标

项	检查项目	被测尺寸 /mm	精度等级		
			I 级	II 级	III 级
			公差等级		
A	上模座上平面对下模座下平面的平行度	≤400	6	7	8
		>400	7	8	9
B	导柱轴心线对下模座下平面的垂直度	≤160	4	5	6
		>160	5	6	7
C	导套孔轴心线对上模座上平面的垂直度	≤160	4	5	6
		>160	5	6	7

注: 1. 被测尺寸是指: A—上模座的最大长度尺寸或最大宽度尺寸; B—下模座上平面的导柱高度; C—导套孔延长心棒高度;

2. 公差等级: 按 GB1184—80《形状和位置公差未注公差的规定》。

表 15-8 滚动导向模架分级技术指标

项	检查项目	被测尺寸/mm	精度等级	
			0 级	01 级
			公差等级	
A	上模座上平面对下模座下平面的平行度	≤ 400		5
		> 400	5	6
B	导柱轴心线对下模座下平面的垂直度	≤ 160	3	4
		> 160	4	5
C	导套孔轴心线对上模座上平面的垂直度	≤ 160	3	4
		> 160	4	5

注：1. 被测尺寸是指：A—上模座的最大长度尺寸或最大宽度尺寸；B—下模座上平面的导柱高度；C—导套孔延长心棒的高度。

2. 公差等级按 GB1148—80。

4) 装配后的模架，上模座沿导柱上、下移动应平稳和无阻滞现象；其导柱固定端端面应低于下模座底面0.5~1mm，选用直导套时导套固定端端面应低于上模座上平面1~2mm。

5) 模架各零件工作表面不允许有影响使用的划痕、浮锈、凹痕、毛刺、飞边、砂眼和缩孔等缺陷。

6) 在保证使用质量的情况下，允许用新的工艺方法（如环氧树脂、低熔点合金等）固定导套，其零件结构尺寸允许作相应改动。

7) 成套模架一般不装配模柄。须装配模柄的模架，模柄的装配要求应符合：压入式模柄与上模座的公差配合为

H7/m6；除浮动模柄外，其他模柄装入上模座后，模柄的轴线对上模座上平面的垂直度公差为全长范围内 0.05mm。

8) 滑动、滚动的中间导柱模架、对角导柱模架，在有明显的方向标志下，允许用相同直径的导柱。

16. 模架检测规定的方法有哪些？

答：模架检测项目及规定的方法如下：

1) 上模座上平面对下模座下平面的平行度 采用球面垫块，带支架的百分表测量，如图 15-5 所示。

2) 导柱轴线对下模座下平面的垂直度，将装有导柱的下模座放在检验平板上，再将与圆柱角尺校正的专用百分表沿导柱 90° 回转，对导柱进行垂直度比较测量，如图 15-6 所示。

3) 导套孔轴线对上模座上平面垂直度，将装有导套的上模座上平面放在检验平板上，在导套孔内插入有 0.015:200 锥度的心棒，以测量心棒轴线的垂直度作为导套轴线垂直度误差值，如图 15-7 所示。

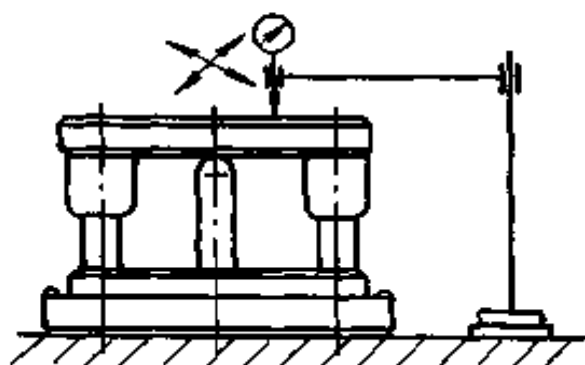


图 15-5 检测模架平行度

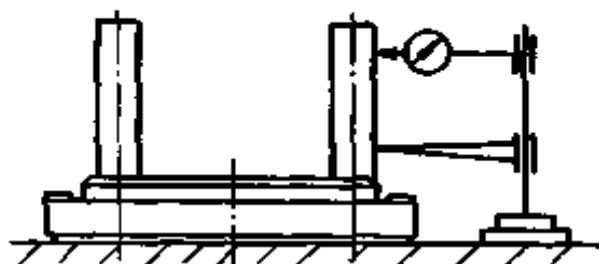


图 15-6 检测导柱垂直度

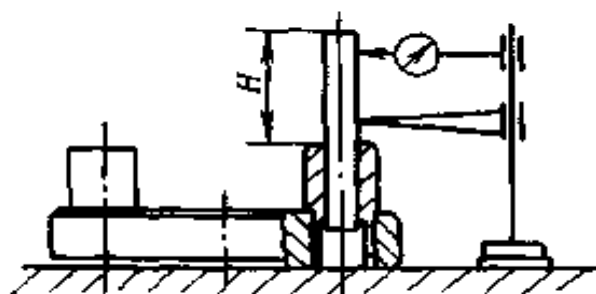


图 15-7 检测导套垂直度

17. 冲模装配前的检测内容有哪些?

答: 冲模装配前应对零、组件进行检查、复查的内容有:

1) 冲裁模的刃口部分应锋利, 拉深模和弯曲模的工作型面应过渡圆滑, 表面粗糙度应符合要求。

2) 工件热处理后的实际硬度值是否符合要求, 如有碳化物偏析要求则应符合技术要求的规定。

3) 外形的非工作锐边是否已经倒角或倒圆。

4) 零件不应有砂眼、缩孔、裂纹、磨削退火或机械损伤。

5) 可卸导柱的锥面与衬套上锥孔的吻合长度和吻合面积应不小于 80%。

6) 滚动导套的钢球应能在钢球保持圈内自由转动而不脱落。

冲模可以选择标准模架, 也可使用与其他冲模零件同时加工制造的非标准模架。在冲模装配前, 应检查模架各零件的工作表面不应有划痕、浮锈、砂眼、裂纹或其他机械损伤; 上模座沿导柱上下移动应平稳、无滞涩现象。在正常情况下, 滑动导向的模架上模与下模脱开后, 应较容易复位。滚动导向的模架上模与下模脱开后, 若先将钢球保持圈全部套进导柱, 则上模与下模较难复位; 若先将钢球保持圈一端套进导柱, 而另一端装进导套孔中, 则上模与下模能较容易复位。此外, 还应使用平板、带测量架的百分表、球面支杆等复检上模座上平面对下模座下平面的平行度, 标准模架应符合规定的精度等级, 非标准模架应符合其相当于标准中的精度等级值。浮动导向模架应符合表 15-9 的规定; 滚动导向模架应符合表 15-10 的规定。

表 15-9 滑动导向模架精度等级及公差值 (mm)

被测尺寸	精度等级		
	I 级	II 级	III 级
	公差值		
>40~63	0.020	0.03	0.05
>63~100	0.025	0.04	0.06
>100~160	0.030	0.05	0.08
>160~250	0.040	0.06	0.10
>250~400	0.050	0.08	0.12
>400~630	0.100	0.15	0.25
>630~1000	0.120	0.20	0.30

表 15-10 滚动导向模架精度等级及公差值 (mm)

被测尺寸	精度等级	
	0 级	0.1 级
	公差值	
>40~63	-	0.012
>63~100	0.012	0.015
>100~160	0.015	0.020
>160~250	0.020	0.025
>250~400	0.025	0.030

18. 冲模装配完成后的检测内容及要求有哪些?

答: 冲模装配完成后应检测的主要内容如下:

1) 冲裁模的间隙应均匀分布, 其允差不大于 20% ~ 30%。

2) 冲裁模凹模的刃口面沿冲裁方向应平直, 允许有向后逐渐增大者应不大于 15' 的斜度。其表面粗糙度值 R_a 不大于 $0.8\mu\text{m}$, 镶拼件要配合紧密无缝隙。

3) 冲裁模的凸模、凸凹模和凹模在装配后应磨口, 并

分别对上模座的上平面或下模座的下平面平行度允差为 $100\text{mm}:0.01\text{mm}$ ，其表面粗糙度值 $R_a 0.8 \sim 0.4\mu\text{m}$ 。

4) 拉深模、弯曲模、成形模和整形模工作部分的圆角应圆滑相接，其表面粗糙度值不大于 $R_a 0.8\mu\text{m}$ 。

5) 卸料板、推件块和顶件块除保证与凸模、凸凹模和凹模的配合外，装配后必须滑动灵活，其高出凸模、凸凹模和凹模的高度在 $0.2 \sim 0.8\text{mm}$ 范围内。

6) 应调整卸料螺钉，以保证卸料板的压料表面对冲模安装基面的平行度误差不大于 $100\text{mm}:0.05\text{mm}$ 。

7) 同一冲模中同一长度的顶杆长度允差不大于 0.1mm 。

8) 下垫板和下模座的漏料孔按凹模或凸凹模尺寸每边加大 $0.5 \sim 1\text{mm}$ ，装配后的位置应一致，不允许有卡料或堵塞现象。此外，所有经磁力夹紧磨削的零件在装配前都应退磁。

19. 冲裁模凸、凹模间隙的调整方法有哪些？

答：冲裁模的凸、凹模之间的间隙的大小，虽然允许有一定的公差范围，但在装配过程中，必须将刃口整个周长上的间隙调整得很均匀，只有这样才能保证装配质量，冲出尺寸精度和表面质量符合要求的制件，并能使模具的使用寿命延长。

调整间隙是在模具的上、下模座已分别装配好，并通过导柱、导套组合起来以后进行。调整间隙时，一般是将凹模加以固定，调整凸模的位置来达到调整间隙大小的目的。

调整间隙的方法主要有以下几种：

1) 透光法。对于小型模具，可以将模具组合起来后翻转过来，把模柄夹在虎钳上，用灯光照射，从下模座的漏料

孔中观察凸模与凹模配合间隙的大小并判断是否均匀，进行调整。

2) 垫片法。一般先将凹模固定好以后，将凸模固定板连同凸模安放在另一模座上，初步对位(螺钉不要拧得过紧)，在凹模刃口四周适当的地方安放厚薄均匀的金属垫片。垫片厚度应等于单边间隙值，间隙较大时可叠放两片以上。合模观察调整如图 15-8 所示，先将上模座的导套缓慢套进导柱，观察各凸模是否顺利进入凹模与垫片接触良好。如果间隙不均匀，也可采用敲击法调整间隙，直到试冲间隙均匀为止。

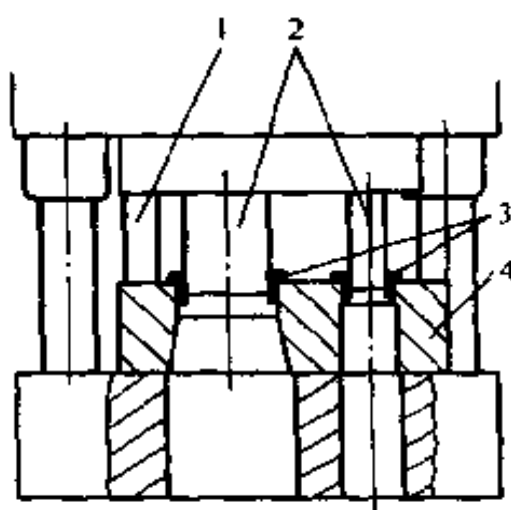


图 15-8 垫片法调整间隙

1—垫板 2—凸模
3—垫片 4—凹模

3) 镀铜法。即在凸模表面镀铜，镀层应均匀，厚度为凸、凹模单边间隙值。镀铜前，必须先用丙酮去污，再用氧化镁粉擦净。由于镀铜层在冲模使用中可自行脱落，故装配后不必专门去除。

4) 涂层法。即在凸模上涂一层薄膜材料，其涂层厚度等于凸、凹模单边间隙值。涂层主要用配灰过氯乙烯外用磁漆或氨基醇酸绝缘漆等。不同的间隙可使用不同粘度的漆，或涂敷不同的次数。这种方法较简单，适用于小间隙冲模。凸模上的漆层在冲模使用过程中可自行剥落，不必在装配后由人工去除。

5) 切纸法。是检查和精确调整间隙的方法。先在凸模与凹模之间放上一张厚薄均匀的纸(代替毛坯)，然后使模具闭合，根据所切纸片周边是否切断、有无毛边及毛边的均

匀程度来判断间隙的大小是否合适，周边间隙是否均匀。纸的厚度应随模具间隙的大小确定，间隙愈小纸愈薄。

6) 酸腐蚀法。先将凸模与凹模做成相同尺寸，在装配后再用酸将凸模均匀地腐蚀掉一层，以达到间隙要求。腐蚀剂可用硝酸 20% + 醋酸 30% + 水 50%，或蒸馏水 54% + 双氧水 25% + 草酸 20% + 硫酸 1%~2%。腐蚀后要用水清洗干净。

7) 工艺装配法。适用于冲裁模、拉深模及弯曲模的装配和调整。冲裁厚度超过 1mm 时，冲模装配间隙通过工艺留量保证，也就是将余量留在凹模上，即先将凹模与凸模做成一致尺寸，装配后取下凹模，找正原孔，再按间隙尺寸加工凹模，且保持公差要求；或将加工余量留在凸模上，装配后换上凸模。

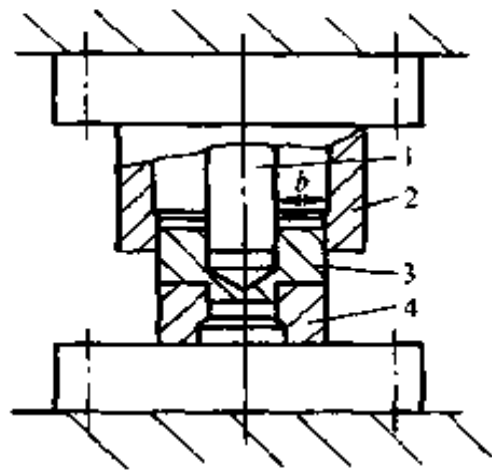


图 15-9 用定位圈控制间隙

1—凸模 2—凹模

3—定位圈 4—凸凹模

如图 15-9 所示是在凸模和凹模空档垫上定位圈（定位块）调整间隙的方法。这种方法适用于装配调整大间隙的冲裁模和拉深模。

20. 合格的冲模应达到哪些要求？冲裁模的调整内容包括哪些方面？

答：装配后的冲模，通过检测可以判断其是否合格，然后与冲压机进行安装，进行试冲和调整。

(1) 合格冲模应达到以下要求

- 1) 能顺利地安装到指定的压力机上。
- 2) 能稳定地冲压出合格的冲压件。
- 3) 能安全地进行操作使用。

- (2) 冲裁模的调整内容包括以下几个方面
- 1) 将冲裁模安装到指定的压力机上。
 - 2) 用指定的坯料在冲裁模上进行试冲。
 - 3) 根据试冲件的质量进行分析、调整，解决冲裁模质量问题，保证最终能冲出合格的冲裁件。
 - 4) 排除影响安全生产、稳定产品质量和操作方面的隐患。
 - 5) 根据设计要求，有的冲裁模还需进行试验决定某些尺寸。

21. 冲裁模的刃磨方法及注意事项有哪些？

答：冲裁模装配后必须磨刃口，并保持刃口锋利。刃磨方法及注意事项如下：

1) 对于小凸模，特别是多个小凸模的刃磨，应采用小背吃刀量，以防其变形。

2) 注意保护凸模，刃磨时可采取以下措施：

①利用带有导向作用的卸料板保护小凸模。刃磨时卸料板不拆去，用来保护凸模，这时可在卸料板螺钉头部加一垫圈，使小凸模高出卸料板便于刃磨，刃磨后将垫圈拆去。如图 15-10 所示。

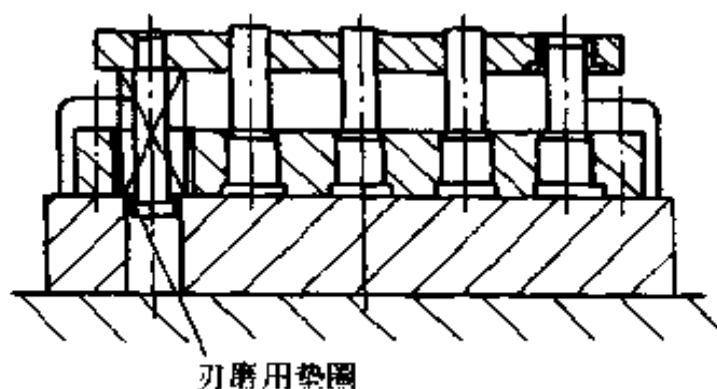


图 15-10 用卸料板保护小凸模

②利用顶件器保护小凸模。对于带有小凸模的小间隙复

合模，刃磨时在凹模中留一制件不退出，用来防止砂轮粉末进入顶件器与凹模间的空隙中，并对小凸模起保护作用，如图 15-11 所示。

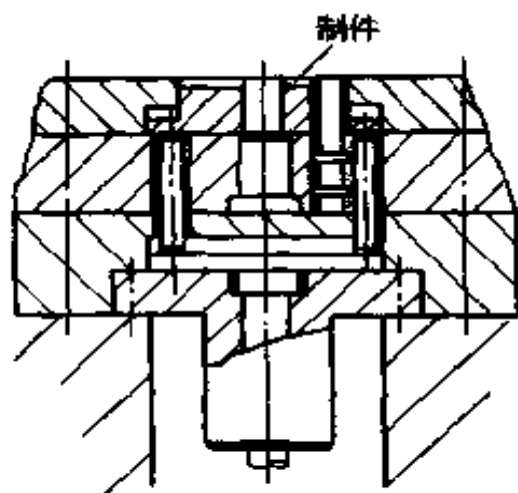


图 15-11 用顶件器保护小凸模

22. 冲裁凸、凹模间隙对冲裁工作有哪些影响？

答：冲裁模装配后，应调整凸、凹模间隙合理，间隙过大或过小都会对冲裁工作产生不良影响，具体影响情况见表 15-11。

表 15-11 间隙对冲裁工作的影响

序号	项 目	影响情况				
		大间隙	较大间隙	正常间隙	较小间隙	小间隙
1	断面质量	圆角大、毛刺大、撕裂角大，只适用一般冲孔	圆角大，稍有毛刺，断面质量一般，尚可使用	圆角正常，无毛刺，能满足一般冲裁件要求	圆角小，毛刺正常，有二次剪切痕迹，断面近乎垂直	断面圆角小，毛刺正常，断面与料垂直
2	冲裁力	减小		适中		增大

(续)

序号	项 目	影响情况				
		大间隙	较大间隙	正常间隙	较小间隙	小间隙
3	模具寿命	增 大		适 中	减 小	
4	工件尺寸	外形尺寸小于凹模尺寸 内形尺寸大于凸模尺寸		尺寸合适	外形尺寸大于凹模尺寸 内形尺寸小于凸模尺寸	

23. 冲裁模刃口缺陷及解决和调整方法有哪些?

答: 冲裁模安装到压力机上后, 具体进行调整的主要是刃口及其间隙, 其次是定位的调整及卸料系统的调整。

刃口间隙的调整可根据冲裁件缺陷形式, 分析产生的原因, 根据具体情况分落料(修边)、冲孔而采取不同的解决和调整方法, 见表 15-12。

表 15-12 冲裁模刃口常见缺陷和解决办法

冲裁件缺陷	产生原因	解 决 办 法	
		落 料 (修边)	冲 孔
形状或尺寸不符合图样要求	基准件的形状或尺寸不准确	先将凹模的形状尺寸修准, 然后调整凸模, 保证合理的间隙	先将凸模的形状和尺寸修磨, 然后调整凹模, 保证合理的间隙
剪切断面光亮带太宽, 甚至出现双亮带和毛刺	冲裁间隙太小	1. 磨小凸模, 保证合理的冲裁间隙 2. 在不影响冲裁件尺寸公差的前提下, 可采取磨大凹模的办法来保证合理的冲裁间隙	1. 磨大凹模, 保证合理的冲裁间隙 2. 在不影响冲裁件的尺寸公差前提下, 可采取磨小凸模的办法来保证合理的冲裁间隙

(续)

冲裁件缺陷	产生原因	解决办法	
		落料(修边)	冲孔
剪切断面圆角太大,甚至出现拉长的毛刺	冲裁间隙太大	1. 凸模镶块往外移 2. 更换凸模 3. 在不影响冲裁件尺寸公差的前提下,再采用缩小凹模(窜动镶块)的办法来保证合理的间隙	1. 缩小凹模(窜动镶块)的尺寸 2. 更换凹模 3. 在不影响冲裁件尺寸公差的前提下,可采用加大凸模尺寸(更换或窜动镶块)的办法来保证合理的间隙
剪切断面的光亮带宽窄不均	冲裁间隙不均	1. 修磨凸模(或凹模)保证间隙均匀 2. 重装凸模或凹模	1. 修磨凸模(或凹模)保证间隙均匀 2. 重装凸模或凹模

24. 冲模凸模高度调整结构有何特点?

答:冲模凸模使用过程中容易磨损,修磨刃口以后其长度变短,为保证正常冲裁,必须对其高度进行调整。如图15-12所示为凸模高度调整结构。凸模的上端面与滑块接触,滑块右端开有T形槽,容纳螺钉的头部。转动螺钉,则滑块随之移动。由于滑块与上模座以斜面相接触,而凸模在固定板内是滑动配合,因此凸模在合模方向的位置得以调整,调整后用螺母锁紧。其特点是结构

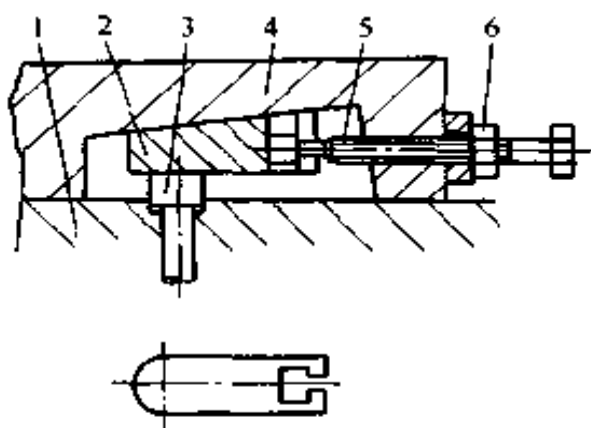


图 15-12 凸模高度调整结构

1—固定板 2—滑块 3—凸模
4—上模座 5—螺钉 6—螺母

简单、调整方便可靠。

25. 弯曲模间隙调整装置有何特点？

答：如图 15-13 所示为弯曲模的间隙调整装置。在下模上开有长方形孔，其一端带有 6° 斜度。调整块安装在长方形孔内，相应的面也有 6° 斜度。调整杆头部是一个偏心圆柱体，调整杆旋转，偏心圆柱体带动调整块上、下滑动，由于有 6° 斜度，造成间隙变化，调整后用螺母锁紧调整杆。该装置结构简单，使用方便、灵活，但调整范围有限。

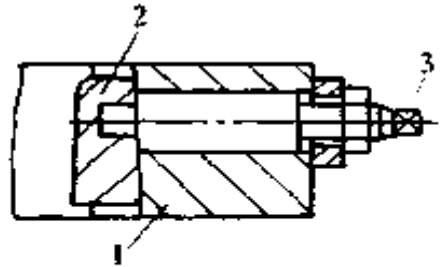


图 15-13 弯曲模的
间隙调整装置
1—下模 2—调整块
3—调整杆

26. 什么叫试模？试模和调整时应注意哪些事项？

答：模具生产的最终目的是能制造出尽可能多的合格产品来。由于模具设计和制造中各种不确定因素的存在，模具的综合质量和性能不能单纯由零件精度所决定，而必须通过在实际应用条件下的试模才能判断。

冲模装配后，通过试冲对模具和制件进行综合考查与检测，根据出现的问题及产生的缺陷认真进行质量分析，找出产生的原因，并对冲模进行适当调整和修理的方法叫试模。

试模往往与修模相结合，为了减少应用现场修模的不便，可采用与实际应用条件相近的模拟试模方法，如锻模中的压铅法、冲模中的冲纸法、压铸模中的合模机等。

最终模具能否满足工艺要求，压制出合格产品，仍需在实用条件下的试模，而模具寿命的考核，则需要在实用条件下使用到模具失效。

试模和调整时应注意以下事项：

- 1) 卸料板（顶件器）形状是否与冲裁件相吻合。
- 2) 卸（顶）料弹簧是否有足够的弹力。
- 3) 卸料板（顶件器）的行程是否合适。
- 4) 凹模刃口是否有倒锥。
- 5) 漏料孔和出料槽是否畅通无阻。

如发现有缺陷，则应及时采取措施，予以排除。冲裁模试冲时的缺陷产生原因及调整方法见表 15-13。

表 15-13 冲裁模试冲时的缺陷和调整

冲裁模试冲时的缺陷	产生原因	调整方法
送料不畅通或料被卡死	<ol style="list-style-type: none"> 1. 两导料板之间的尺寸过小或有斜度 2. 凸模与卸料板之间的间隙过大，使搭边翻扭 3. 用侧刃定距的冲裁模，导料板的工作面和侧刃不平行，使条料卡死 侧刃与侧刃挡块不密合形成毛刺，使条料卡死 	<p>根据情况锉修或重装导料板减小凸模与卸料板之间的间隙重装导料板</p> <p>修整侧刃挡块消除间隙</p>
刃口相咬	<ol style="list-style-type: none"> 1. 上模座、下模座、固定板、凹模、垫板等零件安装面不平行 2. 凸模、导柱等零件安装不垂直 3. 导柱与导套配合间隙过大使导向不准 4. 卸料板的孔位不正确或歪斜，使冲孔凸模位移 	<p>修整有关零件，重装上模或下模</p> <p>重装凸模或导柱</p> <p>再换导柱或导套</p> <p>修整或更换卸料板</p>
卸料不正常	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由于装配不正确，卸料机构不能动作。如卸料板与凸模配合过紧，或因卸料板倾斜而卡紧 2. 弹簧或橡皮的弹力不足 3. 凹模和下模座的漏料孔没有对正，料不能排出 4. 凹模有倒锥度造成工件堵塞 	<p>修整卸料板、顶板等零件</p> <p>更换弹簧或橡皮</p> <p>修整漏料孔</p> <p>修整凹模</p>

(续)

冲裁模试冲时的缺陷	产生原因	调整方法
冲件质量不好： 1) 有毛刺	1. 刃口不锋利或淬火硬度低 2. 配合间隙过大或过小 3. 间隙不均匀使冲件一边有显著带斜角毛刺	合理调整凸模和凹模的间隙及修磨工作部分的刃口
2) 冲件不平	1. 凹模有倒锥度 2. 顶料杆和工件接触面过小 3. 导正销与预冲孔配合过紧，将冲件压出凹陷	修整凹模 更换顶料杆 修整导正销
3) 落料外形和打孔位置不正，成偏位现象	1. 挡料销位置不正 2. 落料凸模上导正销尺寸过小 3. 导料板和凹模送料中心线不平行，使孔位偏斜 4. 侧刃定距不准	修正挡料销 更换导正销 修整导料板 修磨或更换侧刃

27. 造成冲裁模修理的主要原因有哪些？

答：生产中造成冲裁模修理的原因很多，其中主要有以下几个方面：

(1) 冲模零件的自然损坏 在生产中，由于冲裁模在短促的时间内，承受很大的冲击力和摩擦力，使相互接触的冲模零件造成磨损，或使固定件由于激烈振动而松动，这种现象称为模具零件的自然损坏。自然损坏有以下几个方面表现比较突出：

- 1) 导向零件的磨损。
- 2) 定位销、挡料块及导料销的磨损。
- 3) 凸、凹模间隙变大。
- 4) 凸、凹模的刃口变钝。
- 5) 由于冲模的长期振动，模柄松动。

6) 凸模在固定板上的固定联接松动。

(2) 冲裁模制造方面的原因 冲模制造工艺不合理,也是造成冲裁模修理的原因,主要表现在以下几个方面:

- 1) 制造冲裁模零件的材料牌号不对。
- 2) 冲模零件热处理工艺规范不正确。淬火后硬度不够。
- 3) 安装误差大,冲模装配后,凸、凹模中心线不重合。
- 4) 导向零件刚度不够。
- 5) 凸、凹模加工后有倒锥。

(3) 冲裁模在安装、使用方面的原因 冲裁模在压力机上安装不合理,使用时违反操作规程也是造成冲裁模损坏而需要修理的原因。主要表现在以下几个方面:

1) 安装冲模时,由于清理不彻底,模座与压力机台面之间留有废料,造成冲模与台面倾斜、至使上、下模配合部位相“啃”。

2) 冲模安装后,凸模深入凹模的部位太深,增大了模具承受的压力。

3) 安装冲模时,压力机滑块与冲模压力中心不重合,影响压力机精度,致使模具精度降低。

4) 在冲压生产中,操作者粗心大意,如一次冲裁冲两件;或冲模工作中,送、取料装置失灵也会造成模具的损坏。

5) 压力机发生故障,如操纵机构失灵也会损坏模具。

28. 冲裁模的检修原则和步骤有哪些?

答:冲裁模在使用过程中,如发现主要部件损坏或失去使用精度时,应进行全面检修。

(1) 冲裁模检修原则

1) 冲模零件的更换,一定要符合原图样规定的材料牌

号和各项技术规定的规定。

2) 检修后的冲模一定要进行试冲和调整, 直到冲制出合格的制件后, 方可交付使用。

(2) 冲裁模的修理步骤

1) 冲模检修前应使用汽油或清洗剂清洗干净。

2) 将清洗后的冲模, 按图样的技术要求检查损坏部位、损坏情况。

3) 根据检查结果编制修理工艺卡, 卡片上记载如下内容: 冲裁模的名称、模具号、使用时间、冲模检修原因及检修前制件质量、检查结果及主要损坏部位、确定修理方法及修理后能达到的性能要求。

4) 按修理工艺卡上规定的修理方案拆卸损坏部位。拆卸时, 可以不拆的应尽量不拆, 以减少重新装配时的调整及研配工作。

5) 将拆下的损坏零部件, 按修理卡片进行修理。

6) 将修理好的零部件进行安装调整。

7) 将重新调整后的冲模试冲, 检查故障是否排除, 制件质量是否合格, 直至故障完全消除并冲出合格的制件后, 方可交付使用。

29. 冲模临时修理的主要内容包括哪些方面?

答: 冲模在使用中会发生一些小故障, 修理时不必将模具从压力机上卸下, 可切断电源后直接在压力机上修理。这样修理模具既省工时又不延误生产, 一般称为临时修理。冲模的临时修理主要包括以下方面的内容:

1) 利用储备的易损件更换已损坏的零件。准备易损件包括两种: 一种是通用的标准件, 如螺钉、定位销、模柄、弹簧和橡胶等; 另一种是冲模易损件, 如凸模、凹模及定位

装置等。这些易损件应记录在冲裁模管理卡中，以备查用。

- 2) 用油石刃磨已变钝的凸、凹模刃口。
- 3) 紧固松动的螺钉和更换失效的卸料弹簧或橡胶。
- 4) 紧固松动的凸模。
- 5) 调整冲裁模间隙。
- 6) 更换新的顶杆、卸料杆等。

30. 冲裁模常用修理工艺方法有哪些？

答：冲裁模常用修理工艺方法如下：

(1) 凸、凹模刃口的修磨 凸、凹模刃口变钝使制件剪切面上产生毛刺而影响制件质量。刃口修磨方法如下：

1) 凸、凹模磨损较小时，为了减少冲模拆卸而影响定位销和销孔配合精度，一般不必将凸模卸下，可用几种不同规格的油石，加煤油直接在刃口面上顺一个方向来回研磨，直到刃口光滑锋利为止。

2) 凸、凹模磨损较大或有崩裂现象时，应拆卸凸、凹模，用平面磨床磨削刃磨。

(2) 凸、凹模间隙变大的修理 凸、凹模的磨损，会使凸、凹模间隙增大，使制件产生毛刺而影响制件质量。可采用局部锻打的方法修正凸模或凹模刃口尺寸，使其恢复到原来的间隙值。

(3) 凸、凹模间隙不均匀的修理 冲裁模间隙不均匀会使制件产生单边毛刺或局部产生第二光亮带，严重时，会使凸、凹模“啃口”而造成较大的事故。凸、凹模间隙不均匀产生原因及修理方法如下：

1) 导向装置刚性差，精度低，起不到导向作用，使得凸、凹模发生偏移引起间隙不均。

修理方法：一般是更换导向装置。有时也可对导柱、导

套进行修理。方法是给导柱镀铬，然后按要求重新研配导柱直至合格。

2) 凸、凹模定位销松动失去定位作用，使凸、凹模移动而造成间隙不均匀。

修理方法：先把凸、凹模刃口对正，使间隙恢复到原来的均匀程度，然后用夹板夹住，把原来的定位销孔再用铰刀扩大 $0.1\sim 0.2\text{mm}$ ，重新配装定位销，使模具间隙恢复到原来的要求。

(4) 更换小直径的凸模 冲压过程中，由于板料在水平方向的错动，直径较小的凸模很容易折断，其更换方法如下：

1) 将凸模固定板卸下，并清洗干净，使其表面无脏物及油污。

2) 把卸下的凸模固定板放在平板上，使凸模朝上，并用等高垫块垫起。

3) 将铜棒对准损坏的凸模，用手锤敲击铜棒，将凸模从凸模固定板上卸下。

4) 将新的凸模工作部分向下，引进已翻转过来的固定板型孔内，并用手锤轻轻敲入固定板中。

5) 磨削换好凸模的固定板组件的刃口面，直到与未更换的凸模保持在同一平面为止。

6) 将凸模组件装配到模具上，并调整凸、凹模间隙，试冲出合格制件方可交付使用。

(5) 大、中型凸、凹模的补焊 对大、中型冲模，凸、凹模有裂纹和局部损坏时，用补焊法对其进行修补时，焊条和零件材料要相同。注意修补后要进行表面退火，以免零件变形。退火后可再进行一次修整。

31. 锻模的检修工艺有哪些？

答：锻模属热冲压模，经常与高温金属接触，模膛受热温度高。锻压时，金属在模膛内高速流动，模膛容易磨损，加上工作时承受很大的冲击力，对模腔精度要求较高。

以锤锻模模膛的检修为例，锤锻模模膛一般采用钳工精修工序。对模膛在未淬火前由钳工用手工操作修正机械加工中较难加工的部位，使模膛的表面粗糙度变小，尺寸精度提高。对淬火后的模膛表面进行精磨或抛光操作。

精修工序比较复杂，可按模膛的形状、尺寸和用途而定。一般按以下原则进行：先加工模膛的圆柱形部分，再加工主要直线轮廓部分，最后加工复杂、细小的轮廓部分。

1) 模膛的精修。如图 15-14 所示的模膛，钳工用手工精修操作时，须根据模膛的形状选用各种直头或弯头锉刀或刮刀，对各部分进行精修。

为了保证模膛的加工质量，在精修过程中要经常用样板检验。如图 15-14 所示的模膛，要做四块尺寸、形状不同的样板来检验横向剖面形状，检验纵向 A-A 剖面还需一块样板，边检边修。

2) 模膛型面的检验。检验时，必须注意样板的安放位置，通常可在分模面上划出样板位置线，然后将样板按线插入进行分段检验。除了用样板检验外，模膛的形面有时也可用量棒或钢球分别检验圆柱、锥度、圆弧和球面。量棒和钢球都经热处理与研磨后装上手柄。检验时用着色法、把显示剂均匀涂在量棒或钢球表面，放入模膛后，轻轻摇动手柄，

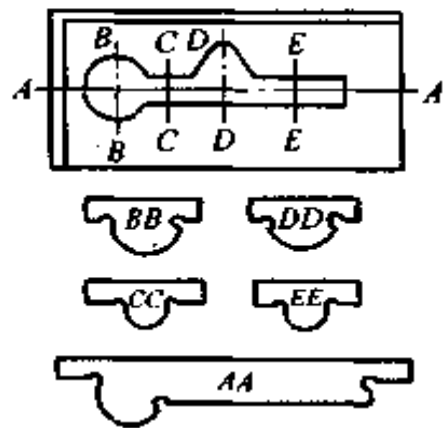


图 15-14 模膛精修

使其在模膛表面留下色痕。从此来确定精修的部位，采用这种方法精修，其尺寸精度可达0.05~0.10mm。

3) 校对试验。模膛精修后，上、下模应作校对试验。

对精度要求较高的锤锻模，用浇铅法。把上、下模合拢用弓形夹紧固，在模膛内灌入铅液，冷却后检验铅铸件两半重合情况，以此判断模膛精修后的效果。但由于铅在冷却时收缩量比钢大，所以对精度要求特别高的锤锻模，应在压力机上用压铅法通过试模检验。因为铅在常温下无畸形收缩，所以可准确获得模膛的实际尺寸。

对尺寸较大和精度要求不高的锤锻模，可用浇注石膏的方法来检验模膛的尺寸。

32. 如何根据冲裁件质量分析对冲裁模进行修整?

答：根据冲裁件缺陷，通过质量分析，找出产生缺陷的原因，最后通过修理和调整消除影响，见表15-14。

表 15-14 冲裁质量分析

序号	质量问题	原因分析	解决办法
1	制件断面光亮带太宽，有齿状毛刺	冲裁间隙太小	对于落料模，应减小凸模，并保证合理间隙；对于冲孔模，应加大凹模，并保证合理间隙
2	制件断面粗糙，圆角大，光亮带小，有拉长的毛刺	冲裁间隙太大	对于落料模是更换或返修凸模，保证合理间隙；对于冲孔模是更换或返修凹模，保证合理间隙
3	制件断面光亮带不均匀或一边有带斜度的毛刺	冲裁间隙不均匀	返修凸模、返修凹模或重新装配调整到间隙均匀
4	落料后制件呈弧形面	凹模有倒锥或顶板与制件接触面小	返修凹模，返修或调整顶板

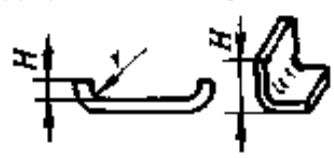




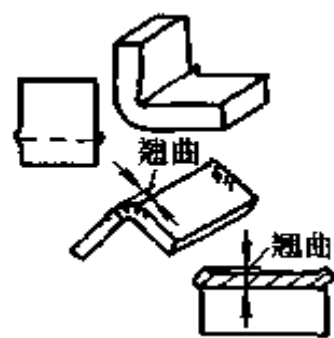
(续)

序号	质量问题	原因分析	解决办法
5	校正后制件尺寸超差	落料后制件呈弧形面所致, 多见于下出件冲模	修落料凹模或改换有弹顶装置的落料模
6	内孔与外形位置偏移	1. 挡料销位置不正确 2. 导正销过小 3. 侧刃定距不准	1. 修正挡料销 2. 更换导正销 3. 修正侧刃
7	孔口破裂或制件变形	1. 导正销大于孔径 2. 导正销定位不准确	1. 修正导正销 2. 纠正定位误差
8	工件扭曲	1. 材料内部应力造成 2. 顶出制件时作用力不均匀	1. 改变排样或对材料正火处理 2. 调整模具使顶板工作正常
9	啃口	1. 导柱与导套间隙过大 2. 推件块上的孔不垂直, 迫使小凸模偏位 3. 凸模或导柱安装不垂直 4. 平行度误差积累	1. 返修或更换导柱、导套 2. 返修或更换推件块 3. 重新装配, 保证垂直度要求 4. 重新修磨, 装配
10	卸料不正常	1. 卸料板与凸模配合过紧、卸料板倾斜或其他卸料件装配不当 2. 弹簧或橡皮弹力不足 3. 凹模落料孔与下模座漏料孔没有对正 4. 凹模有倒锥, 造成制件堵塞	1. 修整卸料件, 重新调整得当 2. 更换弹簧或橡皮 3. 修整漏料孔 4. 修整凹模

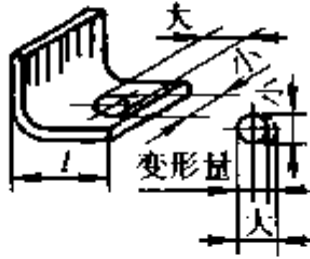
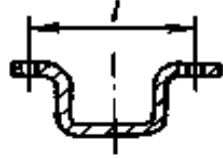



33. 如何根据弯曲件质量分析对弯曲模进行修整?

答: 弯曲件产生缺陷的原因及调整解决办法见表15-15。

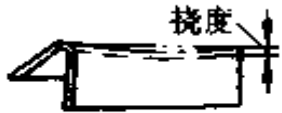
表 15-15 弯曲质量分析

序号	质量问题	原因分析	解决办法
1	制件高度 H 尺寸不稳定 	1. 高度 H 尺寸太小 2. 凹模圆角不对称	1. 高度 H 尺寸不能小于最小极限 2. 修正凹模圆角
2	弯曲角有裂缝 	1. 弯曲内半径太小 2. 材料纹向与弯曲线平行 3. 毛坯的毛刺一面向外 4. 金属可塑性差	1. 加大凸模弯曲半径 2. 改变落料排样 3. 毛刺改在制件内圆角 4. 退火或采用软性材料
3	制件外表面有压痕 	1. 凹模圆角半径太小 2. 凹模表面粗糙, 间隙小	1. 增大凹模圆角半径 2. 修正凸、凹模间隙
4	弯曲表面挤压料变薄 挤光 	1. 凹模圆角太小 2. 凸、凹模间隙过小	1. 增大凹模圆角半径 2. 修正凸、凹模间隙
5	凹形制件底部不平 	凹模内无顶料装置	增加顶料装置或增加校正工序
6	制件端面鼓起或不平 	由于弯曲时, 材料外表面的部位在圆周方向受拉, 产生收缩变形, 内表面的部位在圆周方向受压产生外侧变厚, 伸长变形, 因而沿弯曲线方向出现翘曲和端面上产生鼓起现象	1. 制件在冲压最后阶段, 凸、凹模应有足够的压力 2. 做出与制件外圆角相应的凹模圆角半径 3. 增加工序完善

(续)

序号	质量问题	原因分析	解决办法
7	弯曲引起的孔变形 	在采用弹压弯曲并以孔定位时，弯壁的外侧由于凹模表面和制件外表面的摩擦而受拉，使定位孔变形	1. 采用“V”形微弯曲 2. 加大顶料板压力 3. 在顶料板上加“麻点格纹”以增大摩擦力防止制件在弯曲过程中滑移
8	制件弯曲后不能保证孔位 l 尺寸精度 	1. 制件展开尺寸不对 2. 材料回弹引起 3. 定位不稳定	1. 准确计算毛坯尺寸 2. 增加校正工序或改进弯曲模成形结构 3. 改变工艺加工方法或增加工艺定位
9	弯曲后两孔轴心错移 	材料回弹改变了弯曲角度使中心线错移	1. 增加校正工序 2. 改进弯曲模结构减小材料回弹
10	弯曲线与两孔中心连线不平行 	弯曲高度小于最小弯曲极限高度时，弯曲部位出现外胀的现象	1. 增加高度 l 尺寸 2. 改进弯件工艺方法
11	带切口的制件按图示箭头方向产生挠度 	由于切口使两直边向左右张开，制件底部出现挠度。	1. 改进制件结构 2. 切口处增加工艺留量，使切口连接起来，弯曲后，再将工艺留量切去





(续)

序号	质量问题	原因分析	解决办法
12	弯曲后宽度方向产生变形，被弯曲部位在宽度方向上出现弓形挠度 	由于制件宽度方向的拉伸和收缩量不一致就产生扭转和挠度。	1. 增加弯曲压力 2. 增加校正工序 3. 保证材料纹向与弯曲方向有一个角度







34. 如何根据拉深件质量分析对拉深模进行修整?

答：拉深件质量缺陷产生的原因，调整和修理解决办法见表 15-16。





表 15-16 拉深质量分析

序号	质量问题	原因分析	解决办法
1	凸缘起皱且制件壁部破裂 	压边力太小，凸缘部分起皱，材料无法进入凹模型腔而拉裂	加大压边力
2	凸缘平面壁部拉裂 	材料承受的径向拉应力太大，造成危险断面拉裂	减小压边力 增大凹模圆角半径； 加用润滑剂；或增加材料塑性
3	制件边缘呈锯齿状 	毛坯边缘有毛刺	修整毛坯落料模的刃口，以消除毛坯边缘的毛刺
4	制件边缘高低不一致 	毛坯中心与凸模中心不重合，或材料厚薄不匀，以及凹模圆角半径和模具间隙不匀	调整定位，校匀间隙和修整凹模圆角半径

(续)

序号	质量问题	原因分析	解决办法
5	危险断面显著变薄 	模具圆角半径太小, 压边力太大, 材料承受的径向拉应力接近 σ_b , 引起危险断面缩颈	加大模具圆角半径和间隙, 毛坯涂上合适的润滑剂
6	制件底部拉脱 	凹模圆角半径太小, 材料实质上处于被切割状态 (一般发生在拉深的初始阶段)	加大凹模圆角半径
7	制件边缘皱折 	凹模圆角半径太大, 在拉深过程的末阶段, 脱离了压边圈, 但尚未越过凹模圆角的材料, 压边圈压不到, 起皱后被继续拉入凹模, 形成边缘皱折	减小凹模圆角半径或采用弧形压边圈
8	制件底部凹陷或呈歪扭状 	模具无出气孔或出气孔太小、堵塞, 以及顶料杆与制件接触面太小, 顶料杆过长等	钻、扩大或疏通模具出气孔, 修整顶料装置
9	锥形件或半球形件侧壁起皱 	拉深开始时, 大部分材料处于悬空状态, 加之压边力太小, 凹模圆角半径太大或润滑油过多, 使径向拉应力减小, 而切向压应力加大, 材料失去稳定而起皱	增加压边力或采用拉延筋; 减小凹模圆角半径, 亦可加厚材料
10	矩形件角部破裂 	模具圆角半径太小, 间隙太小或制件角部变形程度太大, 导致角部拉裂	加大模具角部圆角半径及间隙, 或增加拉深次数 (包括中间退火工序)

(续)

序号	质量问题	原因分析	解决办法
11	矩形件角口上部被拉脱 	毛坯角部材料太多，或角部有毛刺	减少毛坯角部材料，打光角部毛刺
12	制件底部不平整 	毛坯不平整，顶料杆与制件接触面积太小或缓冲器弹力不够	平整毛坯，改善顶料装置
13	矩形件直壁部分不平整 	角部间隙太小，多余材料向侧壁挤压，失去稳定，产生皱折	放大角部间隙，减小直壁部分间隙
14	制件壁部拉毛 	模具工作平面或圆角半径上有毛刺，毛坯表面或润滑油中有杂质，拉伤制件表面	须研磨、抛光模具的工作平面和圆角，清洁毛坯，使用干净的润滑剂
15	矩形件角部向内折拢，局部起皱 	材料角部压边力太小，起皱后拉入凹模型腔，所以局部起皱	加大压边力或增大角部毛坯面积
16	阶梯形制件肩部破裂 	凸肩部分成形时，材料在母线方向承受了过大的拉应力，导致破裂	加大凹模口及凸肩部分圆角，或改善润滑条件，选用塑性较好的材料

35. 如何根据翻孔质量分析对翻孔模进行修整?

答：翻孔质量缺陷产生的原因、调整和修理解决办法见表 15-17。

表 15-17 翻孔质量分析

序号	质量问题	原因分析	解决办法
1	制件孔壁不直	凸模与凹模的间隙太大或间隙不均匀	修整或更换凸、凹模或调整模具使间隙均匀
2	翻孔后孔口不齐	1. 凸、凹模间隙太小 2. 凸、凹模间隙不均匀 3. 凹模圆角半径不均匀	1. 修整到合理间隙 2. 重新调整模具 3. 修整凹模圆角
3	制件孔口破裂	1. 凸、凹模间隙太小 2. 坯料太硬 3. 冲孔断面有毛刺 4. 孔口翻边太高	1. 修整到合理间隙 2. 更换材料或将坯料进行退火处理 3. 调整冲孔模的间隙或改变送料方向 4. 须改变工艺, 降低翻边高度

36. 如何根据翻边质量分析对翻边模进行修整?

答: 翻边质量缺陷产生的原因、调整和修理解决办法见表 15-18。

表 15-18 翻边质量分析

序号	质量问题	原因分析	解决办法
1	翻边不直	1. 凸、凹模间隙太大 2. 凸、凹模间隙不均匀	1. 修整或更换凸、凹模 2. 调整模具使间隙均匀
2	边缘不齐	1. 凸、凹模间隙太小 2. 凸、凹模间隙不均匀 3. 坯料放偏 4. 凹模圆角半径不均匀	1. 修整到合理间隙 2. 重新调整模具 3. 须修正定位件 4. 修整凹模圆角
3	边缘有皱纹	1. 凸、凹模间隙太大 2. 坯料外轮廓有突变的形状	1. 修整或更换凸、凹模 2. 将坯料外轮廓改为圆滑过渡的形状
4	外缘破裂	1. 凸、凹模间隙太小 2. 凸模或凹模的圆角半径太小 3. 坯料太硬	1. 修整到合理间隙 2. 加大圆角半径 3. 更换材料或将坯料进行退火处理

37. 如何根据冲件质量分析对多工序级进模进行修整?

答: 目前由于重视对级进模结构的研究和模具零件精密加工技术的进步, 有条件制造出能保证冲件质量并正常稳定地进行高速冲压的模具, 从而使级进模日趋发展。根据冲件质量分析对多工序级进模进行调整和修理以消除冲件缺陷的方法见表 15-19。

表 15-19 多工序级进模冲件的质量分析

序号	缺陷	消除方法
1	冲件粘着在卸料板	在卸料板上装置弹性卸料钉
2	冲孔废料粘住冲头端面	采取防止废料上粘的各种措施
3	毛刺	模具工作部分材料用硬质合金
4	印痕	调节弹簧力
5	小冲头易断	小冲头固定部分采用镶套, 采用更换小冲头方便的结构
6	卸料板倾斜	卸料螺钉采用套管及内六角螺钉相结合的形式
7	凹模胀碎	严格按斜度要求加工
8	工件成形部分尺寸偏差	修正上、下模, 修正送料步距精度
9	孔变形	模具上有修正孔的工位
10	拉深工件发生问题	增加一些后次拉深的加工工位和空位
11	每批零件间的误差	对每批材料进行随机检查并加以区分后再用

38. 什么叫模具失效? 模具失效分哪几类?

答: 模具失效是指模具工作部分发生严重破损, 不能用一般修复方法(刃磨、抛磨)使其重新服役的现象。

模具失效分偶然失效(因设计错误、使用不当过早引起

模具破损) 和工作失效 (因正常破损而结束寿命) 两类。

39. 什么叫模具寿命? 影响模具寿命的主要因素有哪些?

答: 模具寿命 (N) 指模具自正常服役至工作失效期间内所能完成制件加工的次数。若模具在使用中需刃磨或翻修, 则模具总寿命为:

$$N = \sum n_i$$

其中 n_i ——模具在相邻两次刃磨或翻修间隔内完成制件加工的次数。

对模具失效原因的分析, 一般是将模具制造的全过程和模具的服役条件作为一个整体来考虑。其中主要影响模具服役寿命的因素如图 15-15 所示。

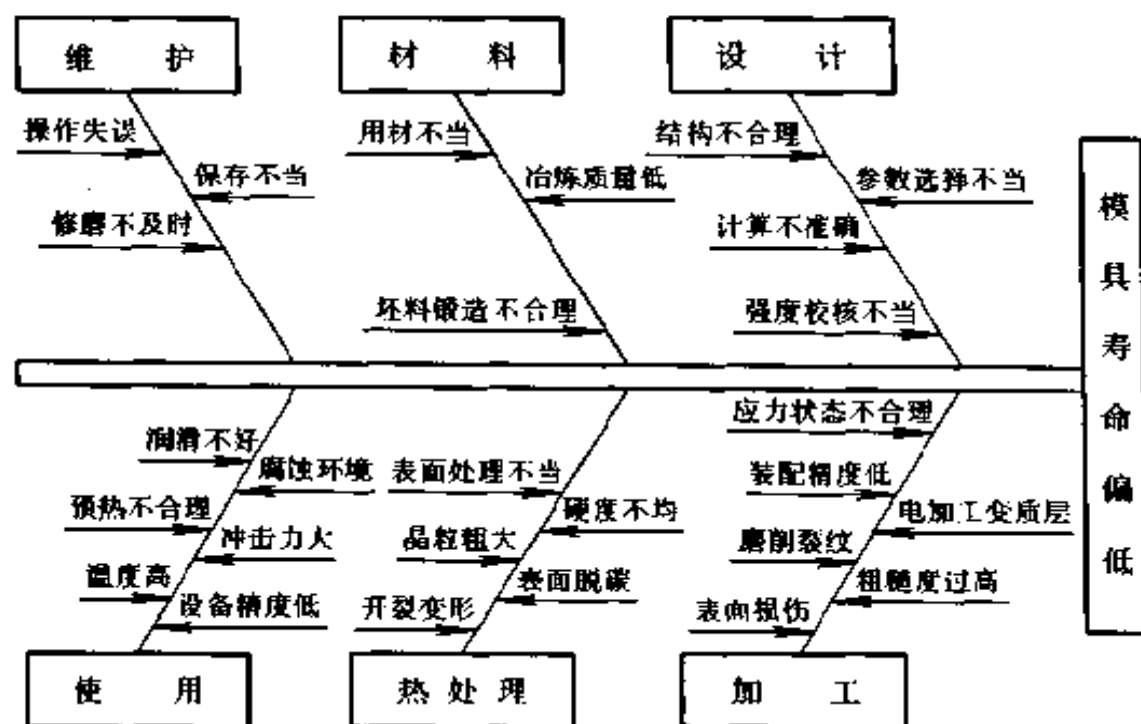


图 15-15 影响模具寿命的因素

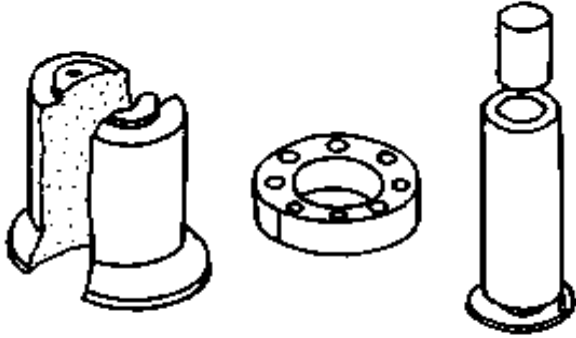
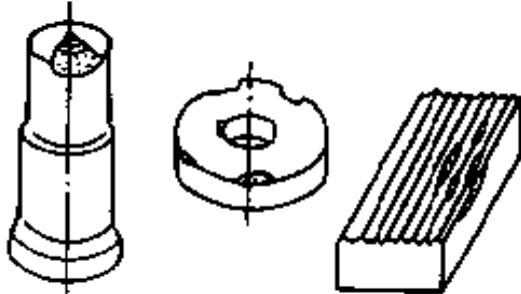
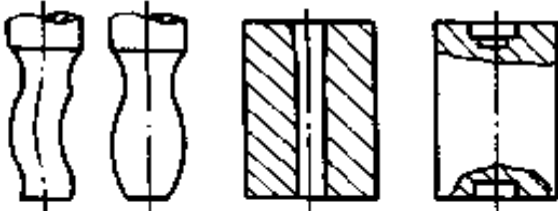
某一类模具或某一具体模具的失效往往是这些可能因素的一种或几种造成的, 因此在失效原因分析中可采取逐个因素排除的方法, 但首先应根据宏观失效类型结合微观失效机

理进行模具失效原因的确定。


40. 冷作模具失效的主要形式有哪些？

答：冷作模具失效的主要形式见表 15-20。

表 15-20 冷作模具失效的主要形式

失效方式	简 图	失 效 原 因
断裂 整体断裂		脆断的特征是断口平齐、颜色一致，多因冶金缺陷、加工缺陷或过载造成。疲劳断裂主要由应力循环造成
局部断裂		脆断的特征是断口平齐、颜色一致，多因冶金缺陷、加工缺陷或过载造成。疲劳断裂主要由应力循环造成
变 形	(锻粗、弯曲) (模孔胀大) (型腔下沉) 	强度不够
磨 损		制件材料与模具工作面间的摩擦造成刃口变钝、棱角变圆、模腔表面损伤

(续)

失效方式	简 图	失 效 原 因
咬 合		制件材料在力的作用下与模腔表面的冷焊现象造成

41. 热作模具失效的主要形式有哪些?

答: 热作模具主要的失效形式见表 15-21。

表 15-21 热作模具失效形式

失效方式	失 效 原 因	失效方式	失 效 原 因
工作部 位变形	1. 用材不当或热处理工艺不合理造成的模具工作部位强度偏低 2. 模腔长期在受力及回火温度附近工作, 导致强度下降	热疲劳	1. 冷-热循环热应力 2. 循环机械应力 3. 循环热-机械应力
热磨损	1. 高温下模具表面与被加工材料间的摩擦、氧化磨损、粘着磨损 2. 模具表面的氧化	断 裂	1. 严重偏载造成的局部过载 2. 淬火裂纹或磨削裂纹等工艺缺陷 3. 循环应力造成的疲劳断裂

42. 提高模具制造质量的措施有哪些?

答: 提高模具制造质量可采取以下措施:

(1) 提高模具零件的加工精度 模具零件工作部位的几何形状, 如圆角半径、出模斜度、刃口角度的加工应严格按照设计要求进行, 在刀具或设备不能实现时, 应由人工修磨并

严格测量，以保证模具合理的受力状态。有配合尺寸的部位，应保证其公差或进行配磨。

(2) 降低模腔表面粗糙度 表面粗糙度的降低一方面可减少坯料的流动阻力，降低模腔的磨损率，另一方面可减小表面缺陷（刀痕、电加工熔斑等）产生裂纹的倾向。

(3) 提高模具硬度的均匀性 在热处理过程中应保证加热温度的均匀、冷却过程的一致，并应防止表面的氧化和脱碳。淬火后应及时、充分回火。

(4) 提高模具装配精度 这些措施主要有：间隙量及其均匀性的调整，增加配合承载面及合模面的接触，保证凸模和凹模受力中心的一致性。

43. 如何做到合理使用和正确维护模具？

答：模具的寿命是在模具的使用过程中体现出来的，因此，延长模具寿命，必须合理使用和正确维护模具。

1) 正确安装和调整。

2) 正确的工艺操作。

3) 对热作模具，如热锻模、压铸模、热挤压模等模具给予合理预热是非常重要的。

4) 合理的冷却。

5) 正确润滑。润滑是保证工艺性能和延长模具寿命的必要辅助手段，它包括正确选用润滑剂及制定润滑工艺。

6) 模具在制造至使用之间，应解决包装与运输问题，防止模具的锈蚀、变形和碰伤。

7) 模具暂停使用、入库存放时，应做好标记，并采取防锈措施加以保护。

8) 为避免卸料装置长期受压缩而失效，在模具存放保管期间必须加限位木块。

9) 某些模具在使用中会产生残余内应力, 应在使用一段时间后, 采取去应力措施。

10) 模具型腔出现划伤或模腔表面粗糙度变大时, 应及时进行打磨或抛光, 以防止缺陷进一步扩大, 加速模具的损坏。